

SÉRIE A
N° D'ORDRE :
n° 19

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

François FIESCHI

Ingénieur A et M

*Chirurgien-Dentiste de la Faculté de Médecine de Paris
et de l'Ecole Dentaire de France*

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES CHRONAXIMÉTRIQUES SUR LES
VASO-DILATATEURS.

UN NOUVEAU MANOMÈTRE ENREGISTREUR A
AMPLITUDES RÉGLABLES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *10 Dec* 1934 devant la Commission d'examen

MM. L. LAPICQUE..... *Président.*

P. PORTIER..... }
LAUGIER..... } *Examineurs*

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, rue de l'Ecole-de-Médecine

1934

SÉRIE A
N^o D'ORDRE :
n^o 19

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

François FIESCHI

Ingénieur A et M

*Chirurgien-Dentiste de la Faculté de Médecine de Paris
et de l'Ecole Dentaire de France*

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES CHRONAXIMÉTRIQUES SUR LES
VASO-DILATATEURS.

UN NOUVEAU MANOMÈTRE ENREGISTREUR A
AMPLITUDES RÉGLABLES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *10 Dec* 1934 devant la Commission d'examen

MM. L. LAPICQUE..... *Président.*

P. PORTIER..... } *Examinateurs*
LAUGIER..... }

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, rue de l'Ecole-de-Médecine

1934

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen honoraire M. MOLLIARD.
Doyen C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du Globe.

Professeurs honoraires ...	}	H. LE CHATELIER,	Léon BRILLOUIN.
		H. LEBESGUE.	GOURSAT.
		A. FERNBACH.	WALLERANT.
		A. LEDUC.	GUILLET.
		Emile PICARD.	PÉCHARD.
		Rémy PERRIER.	FREUNDLER.

PROFESSEURS

P. JANET	T Electrotechnique générale.	E. DARMOIS	Physique.
G. BERTRAND	T Chimie biologique.	A. DEBIERNE	Radioactivité.
M ^{me} P. CURIE ..	T Physique générale.	A. DUFOUR	T Physique (P.C.N.).
M. CAULLÉRY ...	T Zoologie (Evolution des êtres organisés).	L. DUNOYER	Optique appliquée.
G. URBAIN	T Chimie générale.	A. GUILLIERMOND.	T Botanique (P.C.N.).
Emile BOREL ...	T Calcul des probabilités et Physique mathém.	M. JAVILLIER	Chimie biologique.
L. MARCHIS	T Aviation.	L. JOLEAUD	Paléontologie.
Jean PERRIN ...	T Chimie physique.	ROBERT-LÉVY	Zoologie.
H. ABRAHAM	T Physique.	H. MOUTON	Chimie physique.
E. CARTAN	T Géométrie supérieure.	F. PICARD	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
M. MOLLIARD	T Physiologie végétale.	Hedri VILLAT	T Mécanique des fluides et applications.
L. LAPICQUE	T Physiologie générale.	Ch. JACOB	T Géologie.
E. VESSIOT	T Théorie des fonctions et théorie des transformations.	P. PASCAL	T Chimie minérale.
A. COTTON	T Physique.	M. FRÉCHET	T Calcul des probabilités et Physique mathém.
J. DRACH	T Analyse supérieure.	E. ESCLANGON ...	T Astronomie.
Charles FABRY ..	T Physique.	M ^{me} RAMART-LUCAS.	Chimie organique.
Charles PÉREZ ..	T Zoologie.	H. BÉGHIN	T Mécanique physique et expérimentale.
Léon BERTRAND..	T Géologie structurale et géologie appliquée.	Foch	Mécanique expérimentale des fluides.
E. BLAISE	T Chimie organique.	PAUTHENIER	Physique (P.C.N.).
R. LESPIEAU	T Théories chimiques.	DE BROGLIE	T Théories physiques.
P. PORTIER	T Physiologie comparée.	CHRÉTIEN	Optique appliquée.
E. RABAUD	T Biologie expérimentale.	P. JOB	Chimie générale.
P.-A. DANGEARD..	T Botanique.	LABROUSTE	Physique du Globe.
V. AUGER	T Chimie appliquée.	PRENANT	Zoologie.
M. GUICHARD ...	Chimie minérale.	VILLEY	Mécanique physique et expérimentale.
Paul MONTEL	T Mécanique rationnelle.	BOHN	Zoologie (P.C.N.).
P. WINTREBERT ..	T Anatomie et histologie comparées.	COMBES	Sciences naturelles (P.C.N.).
L. BLARINGHEM ..	T Botanique.	GARNIER	Mécanique rationnelle.
O. DUBOSCQ	T Biologie maritime.	PÈRES	Mécanique des fluides.
G. JULIA	T Mécanique analytique.	HACKSPILL	Chimie (P.C.N.).
C. MAUGUIN	T Minéralogie.	LAUGIER	Physiologie générale.
A. MICHEL-LÉVY..	Pétrographie.	TOUSSAINT	Technique Aéronautique.
H. BÉNARD	T Mécanique expérimentale des fluides.	M. CURIE	Physique (P.C.N.).
A. DENJOY	T Calcul différentiel et calcul intégral.	G. RIBAUD	T Hautes températures.
L. LUTAUD	T Géographie physique et géologie dynamique.	CHAZY	Mathématiques.
Eugène BLOCH ...	T Physique théorique et physique céleste.	GAULT	Chimie (P.C.N.).
G. BRUHAT	Physique.	CROZE	Physique.
		DUPONT	Chimie (P.C.N.).
		LANQUINE	Géologie.

Secrétaire A. PACAUD.
Secrétaire honoraire D. TOMBECK.



A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR LOUIS LAPICQUE

Professeur de Physiologie générale à la Faculté des Sciences de Paris

Membre de l'Institut

Membre de l'Académie de Médecine



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Avant-propos

Lorsqu'en 1931 j'eus connaissance de l'institution du diplôme d'Ingénieur-Docteur auquel mon passage aux Ecoles Nationales d'Arts et Métiers me donnait accès, je décidai d'entreprendre les deux années de recherches scientifiques exigées pour la soutenance d'une thèse en Sorbonne.

Les études d'Odonto-Stomatologie ajoutées aux précédentes guidèrent mon choix vers la physiologie, et éventuellement vers la construction d'appareils.

Je me présentai à M. le Professeur L. Lapicque qui voulut bien m'accepter dans son laboratoire de Physiologie générale de la Sorbonne, où j'espère par la suite poursuivre d'autres recherches.

En suivant son enseignement, j'ai pu apprécier la rigueur scientifique de l'électro-physiologie et les connaissances que j'y ai acquises, m'ont permis d'y puiser les éléments indispensables pour continuer mes nouvelles études.

Qu'il me soit permis d'exprimer à M. le Professeur L. Lapicque toute ma gratitude, et toute ma reconnaissance, pour la bienveillance qu'il m'a toujours témoignée.

Mon travail a porté sur les phénomènes vasodilatateurs sous la dépendance du nerf lingual, lequel, on le sait, appartient à cette catégorie que L. Lapicque a étudiés dès 1911, et qu'il désigne sous le nom de « nerfs itératifs » parce qu'ils ne répondent qu'aux excitations répétées. Ces recherches demandent une évaluation précise des seuils, très délicats à enregistrer, en particulier dans le domaine des pressions périphériques. Très vite j'ai été amené à réaliser un double

manomètre d'une grande sensibilité, dont la description constitue le chapitre le plus important de ce mémoire. D'autre part, j'ai construit un nouveau type d'excitateur, qui permet de faire varier à volonté l'écartement des électrodes.

Mes recherches expérimentales, ont été entreprises sous la direction de Mme et M. les Docteurs A. et B. Chauchard, qui ont inspiré le présent travail.

Leurs précieux conseils m'ont initié aux techniques délicates de mesure de la chronaxie, leur bienveillante collaboration, m'a donné la possibilité de pouvoir aborder et poursuivre les recherches d'électrophysiologie qui sont exposées dans cette thèse.

Je tiens à les remercier sincèrement, et leur exprimer ma vive reconnaissance de leurs encouragements et des moments qu'ils m'ont consacrés.

Introduction

Avant de commencer l'exposé de nos recherches personnelles, il nous paraît indispensable de rappeler sommairement les principes que nous allons utiliser.

La chronaximétrie, qui est aujourd'hui universellement pratiquée, a été introduite dans la science par L. Lapicque. Elle permet d'obtenir avec rapidité une mesure expérimentale, applicable à toute matière organisée dont on sait reconnaître l'irritabilité.

L. Lapicque a établi qu'il existe deux paramètres de l'excitabilité :

1° *La Rhéobase*, ou seuil fondamental, est l'intensité nécessaire pour obtenir le seuil de l'excitation, avec une durée indéfinie de courant constant à début brusque ;

2° *La Chronaxie*, est la durée de passage de courant constant, qui atteint juste le seuil de l'excitation, avec une intensité égale au double de la rhéobase.

La rhéobase, représente l'ancien seuil galvanique, elle exprime le besoin d'intensité. La chronaxie, exprime le besoin de durée, et caractérise dans la région cathodique l'excitabilité de la matière vivante, considérée dans des conditions de milieu bien déterminées.

Il était admis depuis les travaux de Brücke (1869) pour le nerf moteur, une excitabilité différente de celle du muscle qui en dépend.

Plus tard, en 1906, M. et Mme Lapicque montrent qu'au contraire l'excitabilité, mesurée directement sur le nerf et celle du muscle, est la même pour chacun des éléments considérés.

Toute une série de travaux faits de 1903 à 1928, sur l'action du curare, de la strychnine, et de la vératrine, dans le complexe neuro-musculaire, permettent à L. et M. Lapicque, d'établir leur théorie de l'isochronisme entre nerf et muscle appartenant à un même complexe, et d'étendre cette théorie, pour expliquer le fonctionnement de l'aiguillage dans les centres nerveux.

La transmission de l'excitation du nerf au muscle, n'est possible qu'à la condition que ces deux éléments aient la même chronaxie.

Les recherches faites en 1923 par Mme M. Lapicque, permettent de différencier la chronaxie d'un nerf lorsqu'il est en communication avec l'encéphale, de celle de ce même nerf séparé des centres. Dans ce dernier cas la chronaxie est plus élevée.

L. et M. Lapicque montrent par la suite, que nerf et muscle isolés des centres, présentent une chronaxie fixe caractéristique (chronaxie de constitution), qui diffère de celle mesurée, lorsque les deux éléments sont en relation avec leurs centres (chronaxie de subordination).

La chronaxie de subordination permettra de réaliser, soit des facilités de passage de l'influx (Dynamogénie), soit des obstacles à la transmission (Inhibition).

Si les nerfs de la vie de relation répondent en général à un stimulus unique, il existe un grand nombre de nerfs tels : le pneumogastrique, nerf d'arrêt du cœur, les vaso-moteurs, les nerfs sécrétoires (corde du tympan), etc... pour lesquels, il faut « réitérer » les excitations à intervalles réguliers et convenablement choisis, si l'on désire obtenir une réponse de l'organe innervé.

L. Lapicque les groupe sous la désignation de « nerfs itératifs ».

Il a émis pour expliquer le fonctionnement de

ces nerfs, une ingénieuse théorie qu'il exprime en ces termes :

« Dans la mesure de l'excitabilité des nerfs itératifs, la chronaxie caractérise les fibres nerveuses, les lois de sommation caractérisent l'appareil auquel aboutissent ces fibres.

« A l'inverse des nerfs moteurs de la vie de relation qui sont isochrones à l'objet (muscles) qu'ils innervent, les nerfs itératifs, sont essentiellement hétérochrones à cet objet. Voici comment on peut se représenter leur fonctionnement dans les conditions expérimentales :

« Chaque onde électrique provoque une réponse du nerf, une onde nerveuse. Comme dans les nerfs moteurs, l'apparition et l'intensité de cette onde nerveuse, dépendent de la durée et de l'intensité de l'excitation électrique, mais sa forme et sa durée en sont indépendantes. Il arrive donc à l'aboutissement du nerf, des ondes nerveuses dont le nombre et le rythme sont le nombre et le rythme des excitations électriques, mais dont la durée invariable est brève, par rapport à l'excitabilité de l'appareil récepteur.

« L'addition latente se produit suivant les lois générales, mais l'intensité de la réponse d'un nerf n'est pas proportionnelle à l'intensité de l'excitant ; comme la contraction du muscle, elle tend avec les excitations croissantes vers un maximum (Waller). On conçoit que ce maximum, peut rester inférieur au seuil de l'appareil récepteur pour une excitation unique. »

Cette théorie a été vérifiée par M. et Mme Lapicque sur l'innervation des vaisseaux, et ensuite par M. et Mme Chauchard sur celle de la rate. Dans l'un et l'autre cas, la possibilité de mesurer directement la chronaxie de l'organe d'aboutissement, a permis de constater que celle-ci est très longue, de l'ordre

de la seconde, tandis que celle du nerf est de 1 à 2 millièmes de seconde.

Quatre facteurs sont à envisager dans l'excitation itérative.

- a) L'intensité du courant.
- b) Sa durée de passage.
- c) L'intervalle entre les excitations.
- d) Le nombre de celles-ci.

Ils permettent, d'établir les trois sortes de lois suivant lesquelles varie le voltage en fonction de la durée des excitations, de l'intervalle entre celles-ci, de leur nombre.

La première, conduit à la notion de « chronaxie », la troisième, à celle de « temps de sommation ».

On trouvera ci-après une représentation graphique de ces lois, leur allure est bien connue, et nous n'y insisterons pas.

Rappelons seulement, parce que nous l'avons surtout utilisé dans ce travail comme moyen de comparaison des variations de l'excitabilité vaso-dilatatrice, que le « temps de sommation » *est le temps pendant lequel il faut répéter des excitations de durée constante*, (nous les choisissons en général égales à la chronaxie) *et à intervalles constants, pour obtenir le seuil de l'excitation au minimum de voltage*.

J'ai utilisé pour l'étude des vaso-dilatateurs, le circuit d'excitations itératives de L. Lapicque ; ce circuit comprend (fig. 1) :

1° Une source de courant continu qui, dans mes recherches, était la batterie d'accumulateurs de la Sorbonne dont le voltage total est de 110 volts.

2° Comme réducteur de potentiel, une gouttière pleine de sulfate de zinc en solution saturée, dont chaque extrémité porte, plongeant dans le liquide, une lame de zinc à laquelle est connecté le fil qui ferme le courant sur la source ; un curseur de zinc relié au

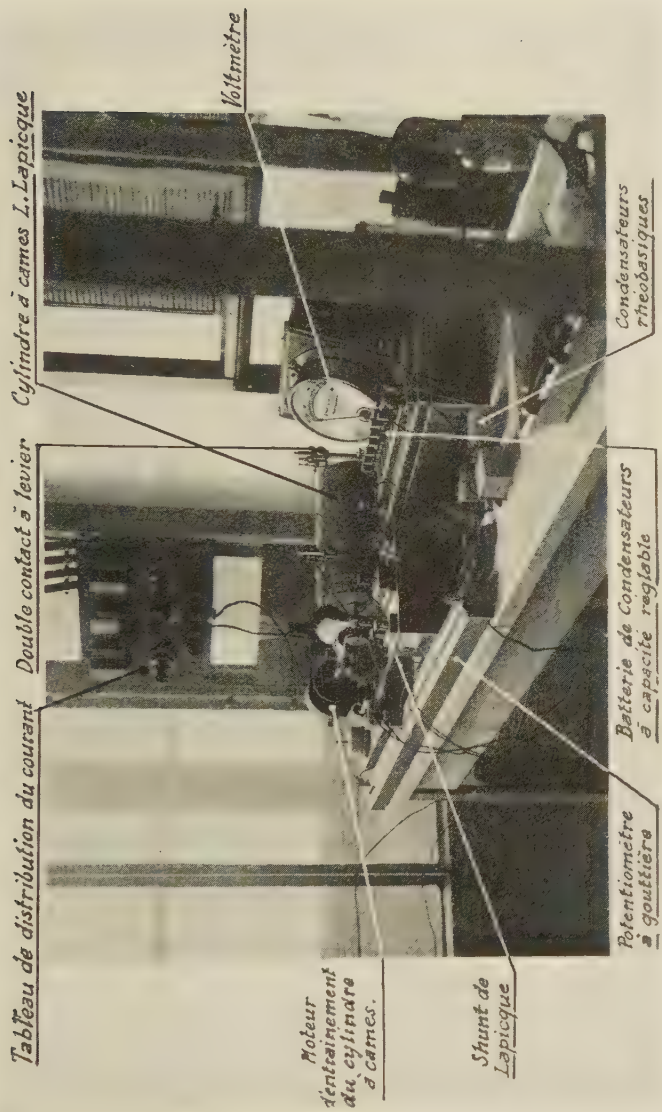


FIG. 1
Ensemble du circuit d'excitations itératives
Laboratoire de Physiologie générale de la Sorbonne

circuit, permet de faire varier à volonté le voltage aux bornes du circuit d'excitation ;

3° Une batterie de condensateurs de capacités graduées pour la mesure de la chronaxie.

4° Un shunt de L. Lapidque.

5° Un cylindre à cames de L. Lapidque pour la répétition des excitations.

6° Un moteur à vitesse constante pour entraîner le cylindre à cames.

Le circuit est le même que pour les mesures par

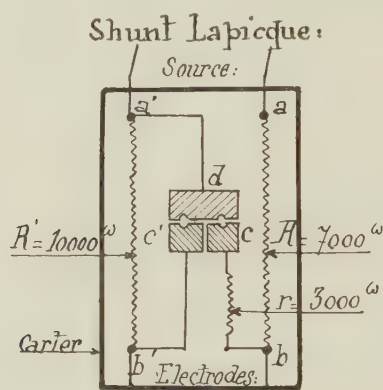


FIG. 2

excitation unique. La seule différence est que, pour l'excitation itérative, la clé de Mors a été remplacée par un double contact à levier, actionné par le cylindre à cames.

Le nerf est chargé sur deux électrodes d'argent, montées dans un exciteur.

J'ai construit pour la commodité de mes recherches et l'exactitude de mes mesures, d'après les données de L. Lapidque, un tel appareil dont je donnerai plus loin la description.

La préparation est shuntée au moyen du dispositif de L. Lapidque, trop couramment utilisé pour que je croie devoir le décrire ici (fig. 2).

Le calcul de la chronaxie, se fait suivant la formule $\tau = R.C. 0,37$ où (τ) désigne la chronaxie, R la résistance du shunt et celle du circuit de décharge, $(0,37)$ un coefficient déterminé expérimentalement par L. et M. Lapicque, et retrouvé par le calcul, séparément par Bouman et par Monnier.

Chronaximétrie des vaso-dilatateurs

L'innervation vaso-dilatatrice de la langue

La première étude de chronaximétrie des nerfs vaso-moteurs a été faite par L. Lapique en 1912, il s'est adressé aux vaso-constricteurs de la membrane interdigitale de la Grenouille.

En 1925, suivant les mêmes principes, A. et B. Chaudard ont entrepris l'étude des nerfs vaso-dilatateurs.

Parmi ceux-ci ils ont choisi les nerfs linguaux, dont l'excitation centrifuge détermine la vaso-dilatation de la langue. Quelle est la raison de ce choix ? D'abord ces nerfs sont d'un accès facile, ensuite, parmi les éléments qui les constituent, il n'en existe pas qui aient une action sur les éléments musculaires striés. On n'est donc pas exposé à provoquer des mouvements de la langue qui, agissant mécaniquement sur les vaisseaux, viendraient surajouter un phénomène à celui que l'on désire étudier. Ces mouvements peuvent être supprimés par le curare, mais c'est au prix de variations dans l'excitabilité, car l'introduction de cette substance empêche de saisir le point de départ normal des phénomènes, ainsi que nous l'avons montré au cours de ce travail. Quand le nerf lingual est sectionné, l'excitation de son bout périphérique fait entrer en jeu les filets sympathiques qui se rendent aux plexus nerveux vasculaires, et parmi lesquels prédominent les vaso-dilatateurs.

Première partie

Techniques

Technique opératoire

Comme anesthésique, j'ai utilisé le chloralosane, à la dose de dix centigrammes par kilogramme du poids de l'animal.

La quantité de chloralosane est mise en dissolution à chaud dans une quantité suffisante de sérum isotonique à neuf pour mille. La solution refroidie à 37°-38° est injectée lentement dans la saphène, au moyen d'une seringue en verre de vingt centimètres cubes, s'emboîtant par son embout dans l'ajutage de la canule introduite et ligaturée dans la veine.

L'anesthésie générale est, dans la majorité des cas, obtenue au bout d'une dizaine de minutes; parfois, au cours d'une expérience prolongée, l'animal présentera des signes d'éveil par trop manifestes; nous devons, dans ce cas, réinjecter une nouvelle dose de chloralosane, inférieure toutefois à la dose initiale.

Le chien étant placé dans la position du décubitus dorsal, nous immobiliserons les quatre pattes et la tête de l'animal dans une gouttière de Claude Bernard.

L'opération est faite suivant la technique classique telle que la décrit Gautrelet dans ses « Eléments de technique physiologique » récemment parus :

« Chien chloralosé, sur le dos, mâchoire tendue horizontalement en avant. Après avoir rasé la région, inciser sur une longueur de 5 centimètres

« jusqu'à la commissure labiale à partir de l'angle
« du maxillaire inférieur et parallèlement à son bord
« interne, la peau et le peaucier, récliner en dehors
« le digastrique, muscle en fuseau, après section de
« l'aponévrose, sectionner avec précaution sur une
« sonde cannelée le mylo-hyoïdien, muscle mince à
« fibres transversales, à un travers de doigt en dehors
« de son raphé médian et parallèlement à lui. Immé-
« diatement au-dessous du mylo-hyoïdien, sur l'apo-
« névrose cervicale profonde, on aperçoit nettement
« le nerf lingual à trajet transversal et légèrement
« sinueux, on le charge sur un fil (ne pas le confon-
« dre avec l'hypoglosse dont la direction lui est per-
« pendiculaire. »

Pour conserver intactes les propriétés physiologiques du nerf, nous évitons, pendant la dissection, de l'étirer. De plus, suivant la règle toujours observée au Laboratoire de physiologie de la Sorbonne, nous ne touchons le nerf qu'avec un stylet en os à pointe mousse ; il ne devra en aucun cas être mis en contact avec une sonde métallique. Ainsi préparé il est recouvert par les parties molles pour le tenir à l'abri de la dessiccation et des variations de température. Ensuite comme nous utilisons, pour l'enregistrement de la pression, la méthode manométrique, nous découvrons les artères dans lesquelles nous introduisons les canules, soit la carotide primitive et la linguale. Voici comment nous procédons :

La carotide primitive est découverte dans sa moitié supérieure, suivant la technique courante. On pratique à la partie antérieure moyenne du cou, suivant la ligne médiane et jusqu'à la région sus-hyoïdienne, une incision de la peau ; l'aponévrose est sectionnée sur la sonde cannelée avec laquelle on dilacère le tissu cellulaire, qui unit le sterno-hyoïdien au sterno-mastoïdien que l'on récline en dehors. On aperçoit alors le paquet vasculo-nerveux, constitué par l'artère accom-

pagnée du nerf vagosympathique et de la veine jugulaire interne. On ouvre la gaine qui les enveloppe, on sépare la carotide primitive au moyen d'un instrument mousse, on la suit jusqu'à l'artère carotide externe, sa branche terminale. Celle-ci donne bientôt naissance, entre la corne laryngienne et la corne moyenne de l'os hyoïde, à l'artère linguale que l'on dégage à son tour jusqu'à un centimètre environ au delà de son point d'abouchement, dans la carotide externe qu'on lie à ce niveau ; les vaisseaux ainsi dénudés, sont soulevés sur des anses de fil, au moyen d'une aiguille mousse recourbée. Une pince sangsue est posée aussi loin que possible sur le bout distal de la linguale, une autre sur la carotide externe.

Entre ces deux pinces, on introduit dans la linguale (ou le plus près de son origine, si ce vaisseau est d'un calibre trop réduit, ce qui arrive fréquemment), une canule de François Franck, reliée à un manomètre suivant les règles que nous énoncerons plus loin. Elle nous permettra d'enregistrer la pression périphérique. La pression centrale sera prise suivant les mêmes règles dans la portion cardiaque de la carotide primitive, au moyen d'un second manomètre.

Le nerf est alors chargé sur l'excitateur que j'ai construit à l'occasion de ces recherches : le « Compas électrode ».

Compas électrode

Les physiologistes, il y a plus d'un siècle, ont constaté que le seuil de l'excitation varie suivant l'écartement qui sépare les deux électrodes, toute une série d'auteurs sont unanimes sur ce point, les contradictions sont rares et sans portée réelle.

Dans l'excitation physiologique courante, quand on excite un nerf au moyen de deux électrodes situées toutes les deux le long du nerf, l'excitabilité apparaît

fonction de l'intervalle qui les sépare l'une de l'autre.

Pour la préparation neuro-musculaire de la grenouille, on se sert habituellement de l'excitateur à couvercle de L. Lapique, avec une distance de 5 à 6 millimètres, séparant les deux fils d'argent conducteurs du courant électrique.

Les expériences de Cardot et Laugier ont montré que, parallèlement au fait connu depuis longtemps de l'abaissement du seuil (Rhéobase) par l'écartement des électrodes, et son élévation quand on les rapproche, il se produit une variation de la chronaxie qui augmente quand on écarte les électrodes, et diminue quand on les rapproche, les deux paramètres variant en sens inverse l'un de l'autre.

Les expériences faites par L. Lapique, lui ont permis de modifier ses électrodes, en adoptant, entre elles deux, une distance de 10 millimètres.

Ces recherches ont conduit à des conclusions théoriques, en application desquelles j'ai pensé qu'il serait commode d'avoir à sa disposition, un appareil qui permette de faire varier à volonté la distance entre les deux électrodes. J'ai appelé cet appareil « Compas électrode » (fig. 3).

Il a été conçu pour exciter des nerfs noyés dans les tissus (régions du cou, de l'abdomen, etc...), chez les Mammifères.

Le manche devra être assez long pour s'extérioriser de la plaie opératoire.

Description de l'appareil

L'appareil épouse la forme d'un compas ordinaire, il se compose essentiellement de deux branches (1) et (2) mobiles autour d'un axe commun (3). Un secteur gradué (4) fixé sur la branche (1) possède une rainure (5) à l'intérieur de laquelle se trouve logée une vis de serrage (6) permettant d'immobiliser l'écarte-

Fig: 1:

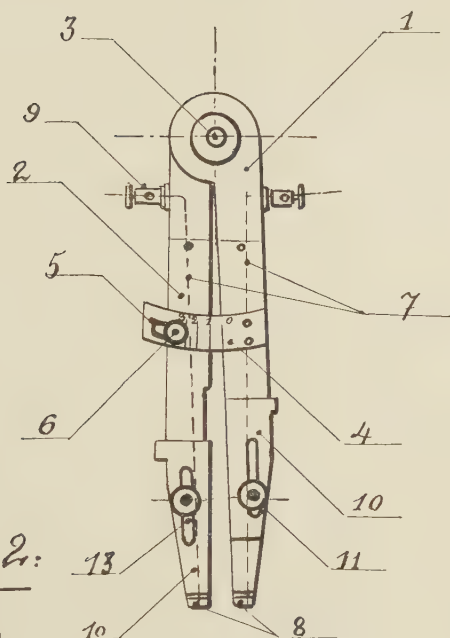


Fig: 2:

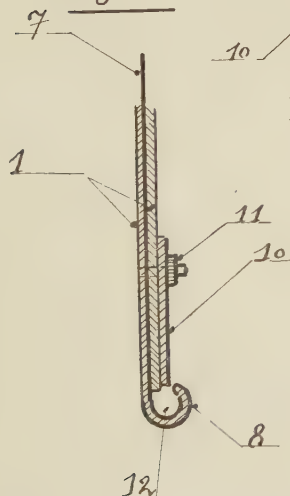


Fig 5



Fig: 3:

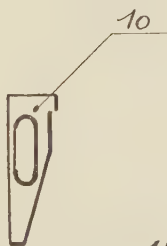


fig 4:



F. Fieschi :

FIG. 3

Compas-électrode. — FIG. 1, vue d'ensemble ; FIG. 2, coupe en profil d'une électrode ; FIG. 3-4, vues en élévation et en plan du volet de fermeture ; FIG. 5, électrode pour l'excitation directe des muscles.

ment des électrodes, à la distance la meilleure pour l'excitation du nerf.

Les graduations du secteur (4) sont au nombre de trois. En situant chacune d'elles en regard du bord interne de la branche (2), nous obtiendrons entre les axes des deux électrodes les distances suivantes :

Pour la division N° 1 D = 6 millimètres

Pour la division N° 2 D = 15 millimètres

Pour la division N° 3 D = 20 millimètres

La distance qui sépare les deux électrodes, pourrait être obtenue au dessus de 20 millimètres, il suffirait pour cela d'augmenter la longueur du secteur (4).

Un fil d'argent étiré (7), noyé dans l'épaisseur des branches (1) et (2), permet de relier les pointes (8) de chacune des deux électrodes, avec les bornes (9) d'arrivée du courant d'excitation.

Le nerf étant logé dans les gouttières (12) qui recouvrent le fil (7), est maintenu en place sans subir de compression, au moyen d'un volet de fermeture (10) rendu immobile avec la vis de serrage (11).

Pour la démonstration du fonctionnement de l'appareil, nous avons indiqué cinq figures, les numéros 1, 2, 3, 4 représentent successivement, la vue d'ensemble du compas électrode, la coupe en profil d'une électrode, les vues en élévation et en plan du volet de fermeture.

La figure 5, représente la vue en élévation d'un conducteur en argent, qui peut être fixé au moyen d'un dispositif spécial aux extrémités de chacune des deux branches de l'appareil, son but est de permettre l'excitation directe des muscles.

Si l'on se rapporte aux dessins annexés, on voit qu'en écartant l'une de l'autre ces deux branches (1) et (2), nous pourrions exciter le nerf suivant une longueur qui variera de six millimètres à la distance maxima qui, pour notre appareil, est fixée à 20 milli-

mètres. La vis de fixation (6) immobilisera les branches des deux électrodes à la distance voulue.

Cet appareil, peut servir indifféremment soit à l'excitation du nerf que l'on charge sur les électrodes, soit à l'excitation des muscles.

Les électrodes auront été préalablement chlorurées, en branchant les deux pôles d'arrivée du courant à la borne positive d'un accumulateur de 4 volts, l'autre borne, négative, de ce générateur électrique, sera reliée à une tige métallique soigneusement décapée, plongeant en même temps que l'électrode dans une solution électrolytique (solution physiologique à neuf pour mille).

Nous ferons passer le courant pendant une dizaine de minutes environ; sous son action les anions (chlore) se dirigeront vers le pôle positif, se combineront avec l'argent qui sert de fils conducteurs à l'électrode, pour former autour et le long de ces deux derniers une cuirasse extrêmement mince de chlorure d'argent.

Avant de passer à la description du manomètre que ces recherches m'ont amené à construire, je résumerai brièvement la méthode manométrique, et je ferai une étude critique de ce genre d'appareil.

Méthode manométrique

Les manomètres courants employés dans les laboratoires de physiologie, ne sont pas d'un maniement facile, leur dispositif de montage est en effet trop rigide pour permettre un réglage rapide des pointes du style, de même, l'inscription des très faibles pressions périphériques ne peut jamais être obtenue d'une manière précise ni régulière, par suite des poids et frottements du système oscillant.

Ces considérations, nous ont amené à construire un manomètre sensible, qui permet d'inscrire les ampli-

tudes du style inscripteur pour l'étude des phénomènes vaso-moteurs, en amplifiant leur longueur lorsque les ondées sanguines sont de très faible intensité.

La pression sanguine, sa mesure

La pression sanguine ou « tension artérielle », résulte de la réaction de l'artère, à la pression latérale exercée sur ses parois par le sang qu'elle contient.

Dans l'étude analytique de la pression artérielle, chez le Chien, l'inscription de la pression fournit un tracé qui épouse la forme d'une ligne sinueuse représentée par une série d'oscillations régulières, au-dessus d'un certain niveau, et qui conduit à admettre la présence d'un élément constant et d'un élément variable (fig. 4).

L'élément constant, représente la valeur minima au-dessous de laquelle ne descend pas la tension artérielle, et au-dessus de laquelle se produisent les oscillations.

L'élément variable, est constitué par ces oscillations.

Le tracé de la courbe est donc caractérisé par trois niveaux différents représentant successivement :

a) la pression constante sanguine, indiquée par le minima de la ligne de pression, qui est équilibrée pour le chien par une colonne de mercure de 160 millimètres environ de hauteur ;

b) la pression moyenne ;

c) la pression variable qui domine la pression moyenne.

Pression constante. — Elle présente une série d'oscillations de grandeurs différentes, qui se produisent suivant des rythmes réguliers. Dans l'analyse du tracé, les petites oscillations *a*, *b*, *a*, indiquent les inscriptions graphiques des pulsations cardiaques successives, elles représentent le groupe des oscillations d'origine cardiaque. Ces variations systoliques de la

pression, ne s'inscrivent pas elles-mêmes sur une même ligne droite, elles s'étagent le long d'oscillations plus amples, suivant une période d'ascension AE (inspiration), une période descendante EC (expiration),

Tracé de la Tension artérielle chez le Chien :

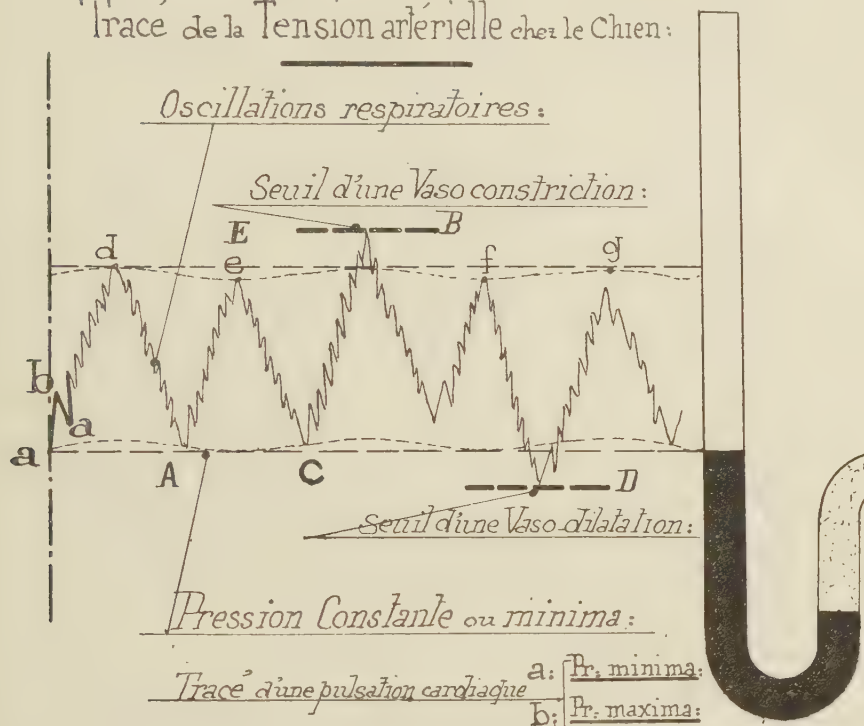


FIG. 4

la distance AC mesure la durée totale d'une inspiration et d'une expiration complète.

Cette ligne sinueuse représente le groupe des oscillations respiratoires, en effet : sur le chien, le cœur s'accélère au moment de l'inspiration, la pression artérielle s'élève pendant cette phase de la respiration, et s'abaisse pendant l'expiration.

Enfin, si on examine sur le tracé de la figure 4 tous les sommets des oscillations respiratoires de la pres-

sion artérielle, on voit qu'ils ne sont pas situés sur une même ligne droite, la jonction des points qui représentent ces sommets, révèle des ondulations peu amples mais très étendues.

Cette ligne *d, e, f, g* représente le tracé du groupe d'oscillations de la pression artérielle d'origine vasomotrice. Elles sont indépendantes de la respiration, car on les observe chez le chien curarisé.

Les niveaux qui limitent les maxima et minima de la courbe sinueuse du tracé, pourraient se trouver modifiés, par suite d'une hausse ou d'une baisse instantanée de la pression générale.

Pour ne pas être induit en erreur, et ne jamais confondre ce phénomène avec celui produit par l'excitation d'un nerf, nous devons prendre une série successive de deux ou trois mesures de comparaison, pour la détermination exacte du seuil d'excitation de l'élément nerveux en expérience.

Les points B et D représentent séparément, l'un (B) un seuil de vaso-constriction, l'autre (D) un seuil de vaso-dilatation, produit à la suite d'une excitation du nerf.

Manomètres à mercure

Pour mesurer la pression sanguine, on se sert généralement de manomètres à mercure, on fait reposer sur la surface libre de la colonne mercurielle un petit flotteur en ébonite, qui supporte une tige légère terminée par un style inscripteur. Ce style, subit toutes les oscillations du mercure, et en marque sur un cylindre enregistreur la courbe représentative de la pression sanguine.

Cet instrument nommé « **Kymographion** », utilisé par Ludwig, a été le premier appareil enregistreur appliqué à la physiologie (fig. 5).

Le cylindre enregistreur peut se déplacer verticalement le long d'un support S. Sur toute la surface de ce

cylindre se trouve appliquée et tendue une feuille de papier enfumé, collée par ses deux bords. Un train

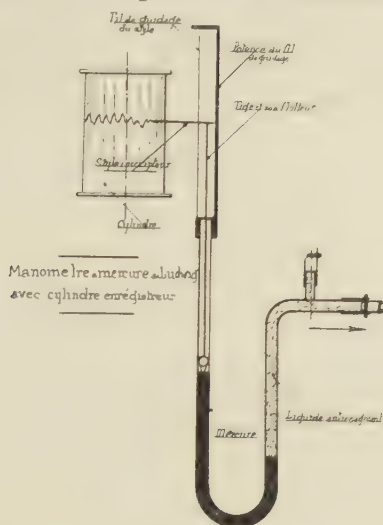


FIG. 5

baladeur AB (fig. 6), composé d'un pignon droit denté R, permet de faire varier à volonté la vitesse angulaire

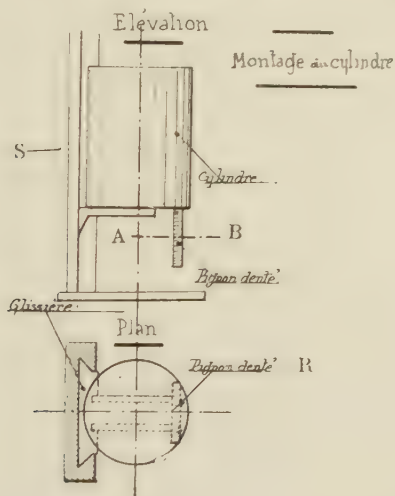


FIG. 6

du cylindre. Un dispositif spécial d'embrayage, met en contact le pignon avec la base du cylindre.

L'entraînement du système, se fait par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie, auquel se trouve adapté un régulateur à ailettes à force centrifuge.

Pour mieux repérer les seuils d'excitation du nerf en expérience, nous tracerons sur la feuille de papier enfumé, et sur toute sa surface, des lignes horizontales distantes les unes au-dessous des autres de deux centimètres environ. Nous utiliserons dans ce but les pointes des styles inscripteurs.

Mise en charge du manomètre

L'ancien manomètre à mercure de Ludwig, précédemment décrit, était d'une mise en charge difficile, la purge d'air à l'intérieur du tube, présentait en effet quelques difficultés. Il a été perfectionné de la manière suivante (fig. 7) :

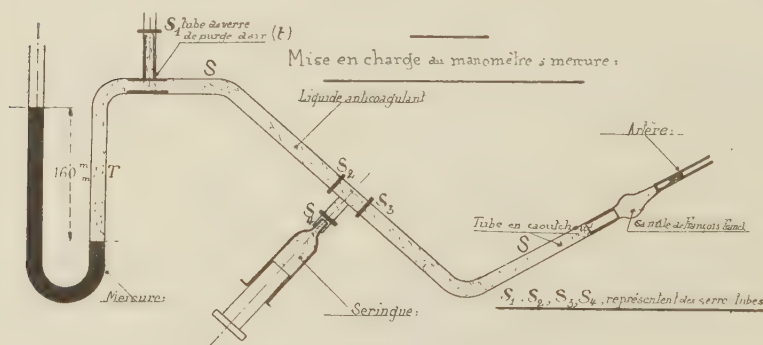


FIG. 7

La branche (T) du tube manométrique qui était reliée à l'artère, a été bifurquée au niveau du coude, avec un petit tube vertical (t), soudé à la branche (T).

Le liquide anticoagulant poussé dans le tube (S) à l'aide d'une grosse seringue, circule dans tout le système et chasse devant lui l'air qui s'y trouvait contenu; son évacuation se produit par (t), on serre alors le presse-tube (S₁).

On chasse ensuite l'air contenu dans la canule en verre de François Franck, et on élève la pression manométrique à la hauteur voulue.

Pour cette dernière opération, il suffit d'agir successivement sur (S_2) et (S_3) et d'injecter le liquide anticoagulant dans le tube (T).

Etude dynamique des manomètres à mercure

Les manomètres à mercure présentent l'inconvénient d'introduire une cause d'erreur dans l'évaluation des pressions variables. La partie essentielle du manomètre, c'est-à-dire la partie mobile dont on enregistre les mouvements, consiste en une importante quantité de mercure qui, de par sa masse, présente une grande inertie. Dans chacune de ses oscillations, la colonne mercurielle dépasse, par l'effet de la vitesse acquise, le point auquel elle devrait s'arrêter pour exprimer, soit le maximum, soit le minimum de cette pression.

La colonne mercurielle ne peut donc pas répondre immédiatement à une impulsion reçue, si cette impulsion représente elle-même une variation rapide de pression, finalement, elle ne peut pas reproduire fidèlement la forme du phénomène enregistré.

Dans quelles mesures, ces oscillations propres de la colonne mercurielle interviennent-elles dans les tracés des variations rythmiques des pressions ?

L'expérience montre que, dans la limite de ses applications à la mesure de la pression sanguine, ces oscillations n'altèrent jamais le rythme des pressions enregistrées par suite des phénomènes de synchronisation reproduits entre la force agissante, c'est-à-dire la pression sanguine, et la masse mercurielle qui reçoit le choc de l'ondée sanguine.

Ce phénomène de synchronisation est facilité du fait de la résistance rencontrée par la plume enregistrante dans ses mouvements, résistance qui, tout en

amortissant le système oscillant, en facilite le synchronisme.

On peut donc faire du manomètre à mercure un instrument exact, il suffit pour cela, de ne pas l'appliquer à la mensuration d'une force dont les variations soient trop brusques. En effet, les manomètres sont excellents quand il s'agit de déterminer des forces constantes, une tension uniforme par exemple, donnent au contraire des résultats très faux, lorsqu'on veut les employer à la mesure d'une force variable. On peut dire : toutes les fois que la colonne liquide du manomètre oscille, les mouvements de cette colonne ne correspondent pas exactement aux variations de la force que l'on cherche à mesurer ; cela tient à ce que le mercure, par sa densité extrême, est sujet à prendre des vitesses acquises qui lui font dépasser le point auquel il devrait s'arrêter. Dès que la colonne mercurielle ne présente plus que des mouvements lents ou peu étendus, elle perd cette vitesse acquise que nous venons de décrire, et qui donnait de fausses indications sur la nature du phénomène à étudier.

Donnons, à titre de curiosité, sur cet appareil, l'opinion de quelques physiologistes :

Viérordt (1855) dans son livre « Die lehre von Arterienpuls » (page 10) s'exprime de la façon suivante sur le Kymographion de Ludwig.

« La communication libre du mercure du dynamomètre avec le sang de l'artère ouverte (et de tout le système artériel), doit nécessairement introduire des erreurs par suite de l'interférence des véritables ondes sanguines avec les vibrations propres du mercure ; cette erreur, petite dans le cas des pulsations régulières, devient importante dans le cas contraire (qui est le plus fréquent). D'un autre côté, les oscillations du mercure exercent aussi une certaine influence sur les pulsations des artères éloignées, car, il y a, du côté du manomètre, nais-

« sance d'ondes nouvelles qui parcourent les vais-
« seaux de l'animal. On comprend facilement que
« l'instrument de Ludwig, ne donnant jamais le mini-
« mum de pulsations, ne peut pas donner non plus
« exactement la valeur de la pression moyenne. »

Redtenbacher, professeur de mécanique, exprime de la façon suivante, en 1855, à son ami Viérordt, son opinion sur le « Kymographion » :

« Les courbes données par le manomètre présen-
« tent d'abord les lois d'après lesquelles se produi-
« sent les oscillations du liquide qui est contenu dans
« le manomètre. Ces oscillations sont le résultat de
« deux causes dont l'une réside dans la masse du
« liquide, et l'autre dans le poul.

« Le manomètre enregistreur n'est pas un panto-
« graphe qui reproduit avec fidélité les causes agis-
« santes, il est aussi un « phlegmaticus » inerte. Les
« courbes qu'on obtient ne sont pas fidèles, de sorte
« qu'on ne peut pas, d'après les courbes du poul,
« tirer une conclusion sur la forme vraie du poul. »

Syck, en 1858, dans « Die Medicinische physique » (page 471) a repris les objections faites par Viérordt et Redtenbacher, il ajoute :

« Il faut bien tenir compte de la théorie de Seebeck
« à propos de la synchronisation des oscillations
« d'un mobile, et la régularisation de ces oscilla-
« tions, fidèlement, avec celle de la force qui leur
« donne naissance. Plus la résistance est grande, plus
« vite les oscillations régulières prennent naissance. »

« Les oscillations du mobile sont d'autant plus
« grandes que la force qui leur donne naissance est
« plus grande, d'autant plus petites que la résistance
« est plus forte. »

Syck conclut qu'il donne en tout cas *la mesure relative des changements de pression dans les artères, et la mesure absolue et sûre de la pression moyenne.*

En 1876, Cyon, en discutant la valeur du manomè-

tre à mercure, dit qu'on trouve dans les propositions de Seebeck la preuve théorique de l'utilité du manomètre. Les résistances qui suffisent pour ramener le mercure au repos, suffisent aussi pour faire que les oscillations de mercure soient isochrones avec les changements rythmiques de la pression du sang.

A la même époque, Marey indique que les résistances qui s'opposent aux mouvements du mercure du fait de la communication de ce métal avec les vaisseaux sanguins sont si grandes, que même, dans les cas où la durée des oscillations de la pression sanguine diffère beaucoup de la durée des oscillations propres du manomètre, ces dernières ne peuvent apparaître qu'exceptionnellement et seulement pendant la diastole, alors que la paroi cardiaque relâchée n'oppose plus qu'une faible résistance.

Enfin, en 1896, Magnus fait remarquer que la masse sanguine contenue dans les vaisseaux est aussi une masse inerte.

En conclusion, malgré ces inconvénients, l'expérience montre que le manomètre à mercure, si souvent critiqué, mais aussi tant employé dans les Laboratoires de physiologie, représente un excellent instrument à condition de ne lui demander que de *montrer le sens des variations de la pression sanguine*.

Pression moyenne du sang dans les artères

Les manomètres à mercure ne tiennent aucun compte de *la durée* de chacune des pressions maxima et minima qui existent à l'intérieur du vaisseau.

Il suit de là que même si l'on suppose les indications de ces deux pressions extrêmes, parfaitement exactes, la moyenne arithmétique qu'on obtiendra en prenant la demi somme des deux colonnes de mercure maximum et minimum ne sera qu'un chiffre approché de la tension moyenne du sang.

La connaissance de la pression moyenne du sang dans les artères, pour avoir quelque utilité, doit nous apprendre avec quelle force moyenne le sang est poussé du côté des capillaires. Ce problème d'hydrodynamique ne peut être résolu que si l'on tient compte des divers degrés de la pression sanguine et en même temps de leur durée d'application.

Si par exemple, pour fixer les idées, la pression du sang dans un vaisseau passe alternativement par deux intensités, l'une égale à 80 divisions du manomètre, l'autre à 30, deux cas peuvent se présenter :

1° La force égale à 80 divisions et celle égale à 30 divisions auront toutes deux une même durée; dans ce cas, la force moyenne des deux pressions successives sera égale à la moyenne arithmétique de ces deux chiffres, c'est-à-dire aura pour valeur :

$$F = \frac{80 + 30}{2} = 55$$

2° La force accusant 80 divisions sera appliquée pendant une seconde, celle de 30 pendant une durée de deux secondes, la force moyenne qui était exacte dans le premier cas, cessera de l'être pour le second, elle représentera une quantité trop forte.

Ce qu'il importe de connaître ce n'est pas seulement la moyenne arithmétique de l'intervalle qui existe entre les maxima et minima de pression, mais c'est la moyenne dynamique de laquelle seule on pourra déduire l'effet que cette pression variable produira au point de vue du mouvement du sang.

Généralisons le problème et considérons une courbe de la pression artérielle en fonction du temps, telle qu'elle est fournie par un sphygmogramme, sur laquelle une droite AB parallèle aux abscisses indique la contre pression représentée par la hauteur de la colonne mercurielle du manomètre (fig. 8).

Cette droite limite, avec la portion de la courbe

située au-dessus et au-dessous de cette abscisse, deux surfaces (S) et (S'); les coordonnées de cette courbe étant des pressions et des temps, le travail accompli par chacune des ondes sanguines pendant les phases systolique et diastolique de la révolution cardiaque sera donc proportionnel à ces surfaces. Lorsque la contre-pression sera décroissante, la surface (S) augmentera, en même temps que (S') diminuera, le phénomène inverse se produira dans le cas contraire.

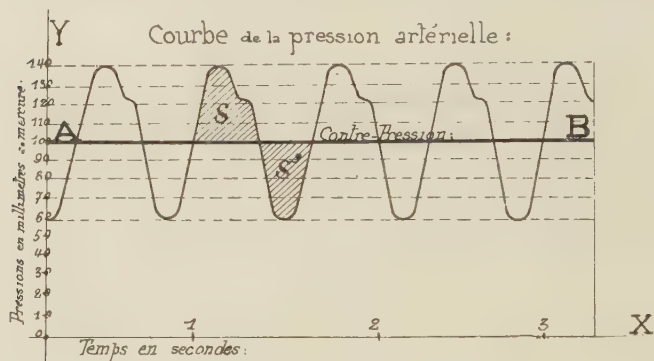


FIG. 8

Pour un niveau de la droite AB délimitant au-dessus et au-dessous d'elle des aires égales, l'énergie de chacune de ces deux ondes sanguines ne variera plus. Dans ce cas, le niveau de la contre-pression aura la même valeur que la pression moyenne.

Pour savoir ce qu'est en réalité la véritable pression moyenne, nous pourrions indiquer l'analogie qui existe avec elle, en considérant l'intensité moyenne d'un courant alternatif qui change périodiquement de sens; sa courbe, qui est une sinusoïde, aura une allure semblable à celle fournie par un sphygmogramme.

Les Physiciens cherchent, dans ce cas, quelle serait l'intensité du courant continu, qui, dans le même temps, dégagerait la même énergie. Cette intensité est dite alors « efficace », si dans les expériences faites

sur l'animal, nous remplaçons les mots « énergie » et « intensité » par ceux de « débit » et de « pression sanguine ». La valeur de la pression moyenne sera celle de la pression constante qui, dans le même temps, débiterait la même quantité de sang que celle qui circule d'une façon variable à l'intérieur des vaisseaux.

Afin d'éviter toute confusion, Pachon a proposé d'appeler la pression moyenne « Pression efficace » ou encore « Pression moyenne dynamique ».

Le physiologiste Marey a créé un appareil nommé par lui « Manomètre compensateur », qui permet aisément de mesurer la pression moyenne chez l'animal. Donnons-en la description.

Manomètre compensateur à mercure de Marey pour pression moyenne

Cet appareil est caractérisé par deux tubes manométriques (fig. 9) : l'un (A) d'un calibre uniforme, per-

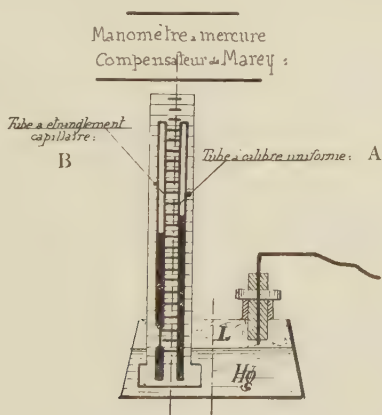


FIG. 9

met au mercure de s'y déplacer normalement, sous l'influence de la pression sanguine ; l'autre (B) d'un dia-

mètre plus large est rétréci au niveau du coude, suivant un diamètre tout à fait capillaire, obligeant le métal, en traversant difficilement cette région, de ne produire dans ce tube que des variations insignifiantes ; en effet, la colonne mercurielle, sous l'action de la pression sanguine, s'élève lentement et par saccades insensibles ; son niveau représente la *pression moyenne* du sang dans l'artère explorée.

Marey a utilisé son manomètre compensateur, pour mesurer l'intensité de la tension moyenne pour les différents points d'un tube élastique, à travers lequel un liquide circule par suite d'afflux intermittents.

On sait que, lorsqu'un liquide s'écoule à travers un tube sous l'influence d'une certaine pression, cette pression diminue graduellement dans toute la longueur du tube, à mesure qu'on s'éloigne de l'orifice par lequel le liquide pénètre. (Principe de Bernouilli).

En appliquant trois manomètres compensateurs sur le trajet d'un tube dans lequel un écoulement se fait par afflux intermittents, Marey remarqua les phénomènes suivants :

1° La tension moyenne va en diminuant de l'orifice d'entrée à l'orifice de sortie.

2° Si l'on établit, à l'orifice d'écoulement, une résistance quelconque qui gêne l'issue du liquide, la décroissance de la tension moyenne d'un bout à l'autre du tube sera moindre que dans le cas précédent ; mais cette décroissance existera toujours, à moins que l'écoulement du liquide ne soit tout à fait supprimé. Il suit de là que la décroissance de la tension moyenne dans les vaisseaux est d'autant plus grande que la vitesse du sang est plus grande elle-même, car les résistances ne sauraient, en effet, niveler la tension dans tout le système artériel, puisqu'elles ne s'opposent pas d'une manière absolue à l'écoulement du sang, mais qu'elles ne font que le ralentir.

En résumé :

1° La tension moyenne dans les artères va toujours en décroissant à mesure qu'on observe un vaisseau plus éloigné du cœur.

2° La décroissance de la tension moyenne dans les artères est d'autant moins rapide que les vaisseaux capillaires, plus contractés, font plus d'obstacles à l'issue du sang artériel. On peut donc prévoir déjà que la tension et la vitesse du sang dans les artères seront dans un rapport inverse.

3° Il est impossible d'assigner à la tension moyenne d'une artère une valeur absolue, car cette tension varie d'un instant à l'autre avec la rapidité de la circulation périphérique.

4° Lorsque la pression agit et cesse alternativement pendant des temps égaux, le manomètre compensateur a pour niveau la moitié de l'intervalle qui séparait les niveaux maxima et minima.

5° Les hauteurs manométriques seront proportionnelles au temps pendant lequel la pression agira.

Emploi des manomètres à mercure en physiologie

L'emploi du manomètre à mercure en physiologie est aujourd'hui très répandu ; nous allons en décrire rapidement l'histoire.

C'est à **Poiseuille**, qu'on doit les premiers travaux faits au moyen du manomètre à mercure ; l'instrument employé par cet expérimentateur était constitué par un tube de verre en forme d'U. Une des deux branches était introduite dans le bout central d'une artère, la pression du sang faisait varier, dans l'autre branche, le niveau de la colonne mercurielle, sa hauteur exprimait la valeur de la pression sanguine.

Magendie, employa ensuite un instrument de son invention, « l'Hémomètre », composé d'un flacon plein de mercure, du fond duquel se détachait un tube ascendant, l'ouverture de ce flacon était mise en communication avec l'artère ; la pression sanguine faisait varier le niveau de la surface libre du mercure contenu dans le tube ascendant.

Traube Cyon, transforma cet appareil, en utilisant 2 tubes manométriques s'ouvrant à leur partie inférieure dans une boîte en acier contenant du mercure. La différence de niveau du mercure dans chacun des

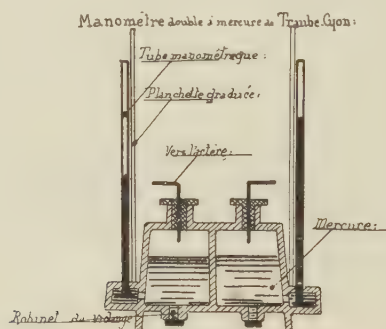


FIG. 10

deux tubes communicants indiquait la pression artérielle. Le réservoir en acier présentait une ouverture d'écoulement, qui permettait la vidange du mercure et le nettoyage de l'appareil. La figure (10) représente 2 manomètres séparés entre eux par une cloison médiane commune.

Claude Bernard, imagina un manomètre « différentiel » ; son but était de comparer la pression du sang dans deux artères différentes. En faisant communiquer, chacun des deux vaisseaux sanguins, avec l'une des branches d'un tube en U contenant du mercure, ce métal était poussé de la pression la plus forte vers la pression la plus faible, et la différence des niveaux exprimait la différence de la pression dans les deux artères.

Enfin, **Ludwig** transforma le manomètre à mercure en un instrument enregistreur à indications continues.

Les appareils du type de Ludwig se dérèglent fréquemment pendant les expériences, ils ont le défaut de n'être pas suffisamment sensibles pour l'enregistrement des pressions périphériques de faible intensité.

Les physiologistes **Laulanié**, **Chauveau**, **Tournade**, **Marey** et **François Franck** ont apporté à ce genre d'appareil différentes modifications que nous allons indiquer.

Manomètre à mercure inscripteur de Laulanié.

— Dans cet appareil, le système oscillant est composé d'un câble actionné par une poulie de renvoi **P** solidaire avec la tige supportant la pointe inscrivante (fig. 11). Aux deux extrémités de ce câble se trouvent

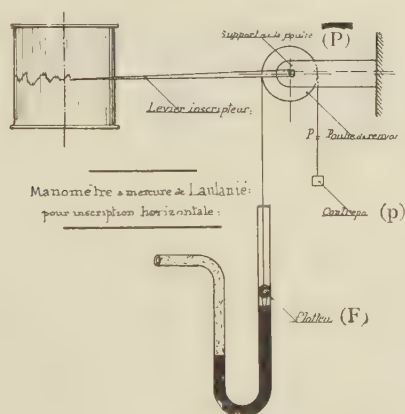


FIG. 11

fixés d'une part le flotteur **F**, d'autre part le contre-poids (*p*), le but de ce dernier est de faciliter l'équilibration du flotteur, soumis à l'action des ondes sanguines.

Ce manomètre, par suite des poids et frottements du câble, des poulies et du flotteur, ne pourra être utilisé que pour des pressions périphériques d'assez forte intensité.

Manomètre à mercure inscripteur de Chauveau.

— Sa particularité est d'inscrire horizontalement les pressions artérielles. L'ensemble du système est constitué par un câble souple entraînant le style inscripteur, par l'intermédiaire des quatre poulies de renvoi

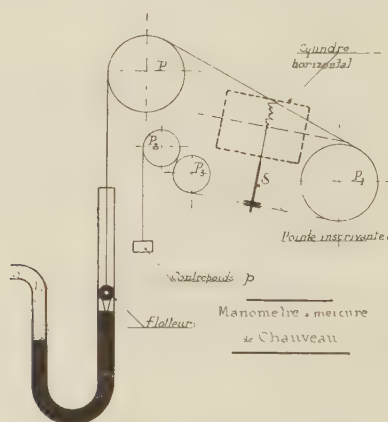


FIG. 12

(P), (P_1), (P_2), (P_3). Le contre poids (p), permettra l'équilibration du système oscillant (fig. 12).

Si le déplacement horizontal du style inscripteur offre l'avantage de pouvoir régler la pression de la plume sur la surface du papier enfumé, par contre ce dispositif a l'inconvénient d'être encombrant et peu sensible.

Manomètre double à mercure inscripteur de Tournade. — Les tiges des flotteurs de chaque manomètre portant les styles sont guidées par deux fils parallèles F , tendus au moyen des vis de réglage (v),

assurant les déplacements verticaux des styles et leur contact permanent avec la surface du cylindre enregistreur (fig. 13).

L'appui des styles sur la surface du papier enfumé s'obtient par le déplacement de tout l'appareil, et

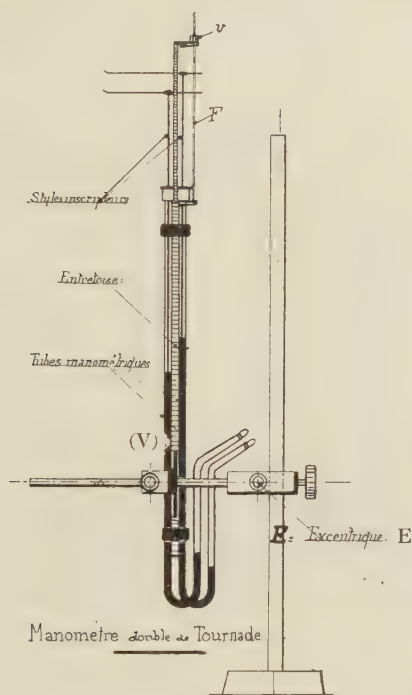


FIG. 13

aussi par modifications du plan des deux fils parallèles.

Une vis (V) permet de régler les pointes du style, un excentrique E permet d'éloigner les manomètres du cylindre enregistreur, et de les ramener exactement à la même place sans nouveau réglage.

Cet appareil offre des facilités de réglage de la pointe inscrivante, sans supprimer cependant le frot-

tement de la tige du flotteur avec la douille de guidage.

Il présente l'inconvénient d'être extrêmement fragile, par suite du mauvais isolement des tubes manométriques contre les chocs possibles extérieurs.

Manomètre métallique à mercure de Marey. — Est constitué par un manomètre élastique (M) permet-

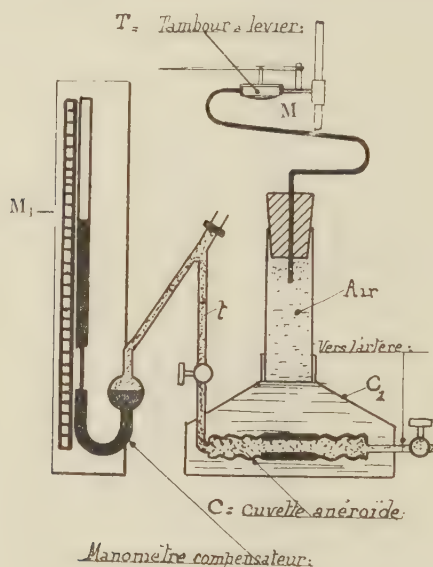


FIG. 14

tant d'inscrire la pression sanguine, et conjugué à un manomètre à mercure compensateur (M_1) indiquant la tension artérielle moyenne (fig. 14).

Il est composé d'une cuvette métallique anéroïde (c) à parois très extensibles, en communication avec l'artère par le tube de caoutchouc, et incluse dans une autre cuvette métallique (C_1), au milieu d'un liquide auquel sont transmises les phases d'expansion et de retrait des deux bases de la cuvette anéroïde.

Celles-ci, à leur tour, se transmettent par le tube plein d'air à un tambour à levier (T). Le manomètre à mercure compensateur (M_1) est relié par un tube (t) à la cuvette élastique (c). Le niveau auquel se maintient la colonne de mercure par suite de l'étranglement du tube manométrique, indique la valeur moyenne de cette tension.

Manomètre double à mercure de François Franck. — Ce manomètre comprend deux tubes en U, l'un sert à connaître la valeur de la pression périphérique, l'autre celle de la pression centrale ; pour chacun de ces deux manomètres, les styles inscripteurs sont guidés et réglés sur la surface du papier du cylindre enregistreur, au moyen de deux fils souples, supportés par une tige verticale mobile autour d'un axe conique, solidaire du bâti qui soutient chaque manomètre. Deux tiges verticales fixées au socle permettent le réglage en hauteur des manomètres (fig. 15).

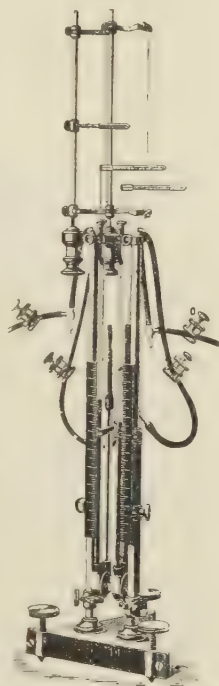


FIG. 15

Aussi intéressant que soit le perfectionnement apporté à cet appareil, il n'en existe pas moins les poids et frottements de la tige du flotteur et du style inscripteur, qui rendront difficiles les inscriptions périphériques de faible intensité.

Manomètre double à mercure F. Fieschi à amplitudes réglables

Le manomètre que nous avons imaginé est basé sur un principe qui diffère de ceux des types déjà existants. Il permet d'inscrire sur un cylindre enregistreur des oscillations produites par des pressions sanguines extrêmement faibles, et de régler les amplitudes des mouvements du style inscripteur, de telle manière qu'ils soient toujours perceptibles malgré leur faiblesse. Pour amplifier un mouvement, il existe un moyen excellent, c'est l'emploi d'un bras de levier; celui que nous avons utilisé représente un bras de levier du second genre.

Dans son ensemble (fig. 16), l'appareil comprend deux manomètres à mercure reposant sur un socle commun (H) ; l'un sert à mesurer la pression centrale, l'autre la pression périphérique. Le socle (H) est pourvu de trois vis calantes (T), et d'un niveau d'eau permettant d'immobiliser l'appareil suivant une position déterminée d'équilibre. Deux tiges verticales (N), mobiles dans deux rainures parallèles (I) creusées dans le socle, peuvent être maintenues en place séparément, au moyen d'un écrou de blocage (G). Sur chacune des tiges, peuvent être déplacées en hauteur et autour de leurs axes, deux planchettes en aluminium (F), possédant une gorge dans laquelle est encastré le tube manométrique (L).

Les deux tiges verticales (N) sont munies chacune d'un ressort amortisseur, sur lequel vient reposer le manchon-support de la planchette F.

L'une des branches du tube manométrique est reliée à l'artère.

L'autre branche verticale reçoit un flotteur en ébène reposant sur la surface libre du mercure, relié par une tige (*t*) réglable en hauteur à un balancier (A) pivotant sur un axe de rotation solidaire du support (B)

Manomètre double à mercure : F. Fieschi

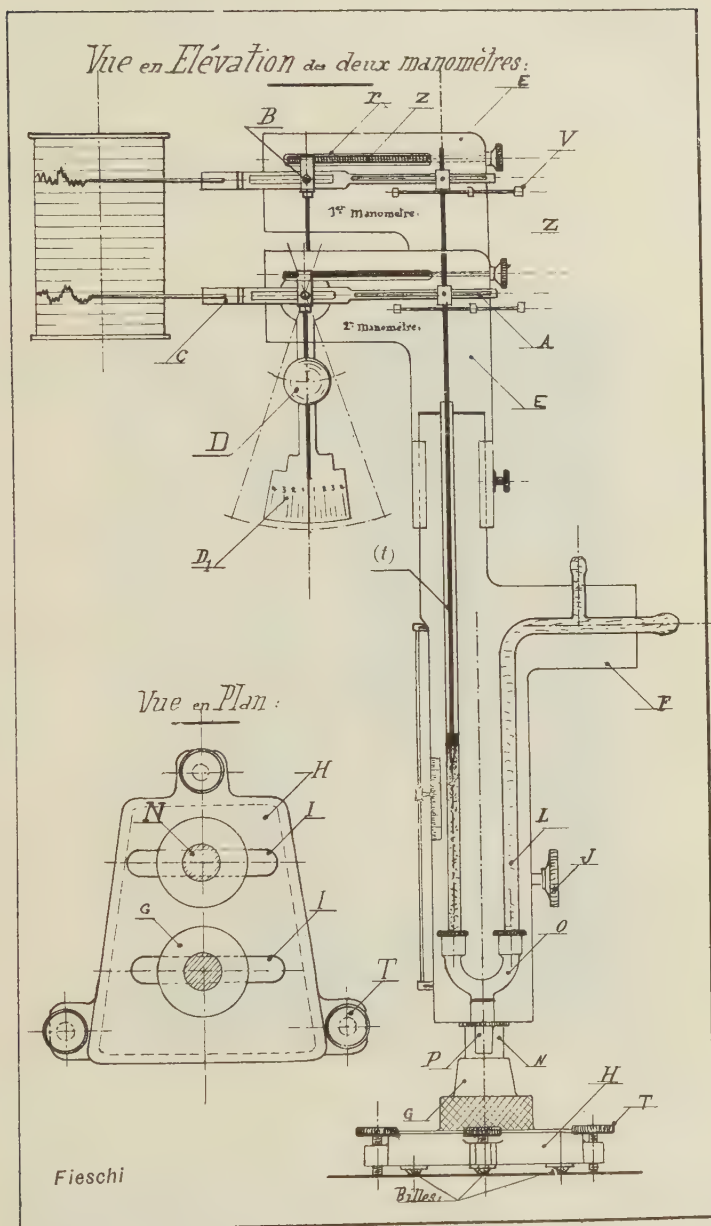


FIG. 16

Ce support, peut être déplacé le long d'une rainure horizontale (r), il permet de régler à volonté les amplitudes des mouvements du balancier.

L'extrémité de ce balancier comprend un système articulé très souple, supportant le style inscripteur.

*Manomètre double à mercure F. Fieschi
adapté au cylindre enregistreur*

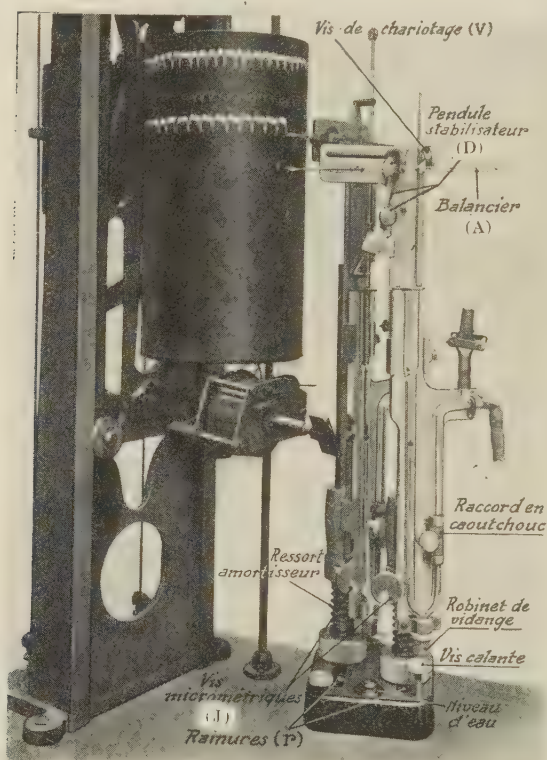


FIG. 17

Le tube manométrique (L) est en deux pièces, un manchon d'accouplement en caoutchouc les réunit entre elles ; un robinet (P) permet de faire la vidange du mercure.

Réglage des pressions périphériques

Le pendule stabilisateur (D) peut être déplacé autour de son axe de rotation, devant un curseur D_1 gradué en décigrammes de pression.

Passons rapidement en revue chacun des organes qui constituent l'ensemble du système oscillant pour pressions périphériques (fig. 18). Le balancier inscripteur (A) est en duralumin, deux rainures longitudinales, permettent d'obtenir simultanément les déplacements : 1° du support mobile de l'axe de rotation du balancier ; 2° du manchon d'accouplement (m) qui relie la tige du flotteur au balancier.

La tige du flotteur (t) extrêmement légère, peut être réglée dans le sens vertical, par l'intermédiaire du manchon d'accouplement (m).

Le flotteur : en ébonite, épouse à la fois la forme d'une sphère et d'un cône, son diamètre est égal à celui de l'alésage du tube manométrique ; la partie inférieure conique plongeant dans la masse mercurielle, permet de donner plus de sensibilité aux mouvements alternatifs du flotteur ; la partie supérieure sphérique, constitue une articulation très souple pour la tige (t) d'entraînement du balancier.

Le manchon d'accouplement (m) : est constitué par une petite pièce métallique rectangulaire, creusée dans le sens de la hauteur, d'une mortaise, pouvant recevoir librement la tige (t) du flotteur. Une lame de ressort de pression fixée sur la face antérieure du manchon d'accouplement, permet d'obtenir l'immobilisation permanente de la tige (t) avec le balancier (A).

Pendule stabilisateur (D) : Cet important organe est constitué par une tige d'acier (d) de un millimètre de diamètre, le long de laquelle peut coulisser et être immobilisée suivant une position déterminée, la masse plate circulaire en laiton.

Le pendule peut être incliné à volonté, son rôle est de permettre l'équilibration du système oscillant, en diminuant dans la mesure du possible tous poids et frottements des pièces mobiles du manomètre.

Il ne faudrait pas croire qu'une fois emmagasinée dans la masse en laiton, la force vive du pendule en mouvement ait une influence quelconque sur les déplacements du système inscripteur. Le rôle de cet organe au contraire, est de permettre au balancier d'osciller sans effort autour de son axe de rotation mobile, comme le ferait le fléau d'une balance sensible. La vitesse des ondées sanguines est, en effet, beaucoup trop petite, pour qu'elle puisse être une cause de discordance entre les déplacements du flotteur, et ceux du pendule stabilisateur. La netteté des graphiques que nous avons obtenus pendant les essais de cet appareil, évite tout commentaire à ce sujet (voir fig. 19).

Pointe inscrivante (p). — Un bon style inscripteur ne doit pas gripper sur les rugosités du papier enfumé du cylindre enregistreur, pour cette raison, le style devra toujours rencontrer le papier sous une incidence très oblique et suivant un contact très léger. On utilisera un style à la fois *rigide* pour la direction des mouvements, *flexible* pour l'inscription, et le plus léger possible, de manière à réduire à son extrême limite toute inertie matérielle.

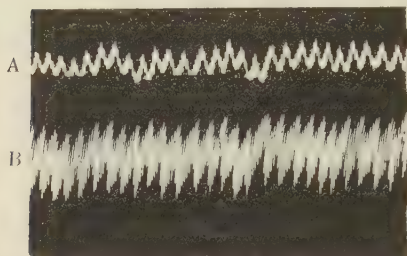
Celui que nous avons imaginé (fig. 18) remplit, nous le croyons, ces trois conditions. Il est constitué par deux pièces articulées A et B, reliées entre elles par une lame de ressort extrêmement flexible.

La pièce (B) reçoit une tige, sur laquelle se trouve collée une feuille en celluloïd (*b, a, c*) coudée suivant un angle obtus au point (*a*), le côté (*a c*) se trouve solidarisé avec une petite pointe inscrivante en porc épic. Les deux articulations (pièce (B) et lame de celluloïd) permettent d'obtenir un ensemble extrêmement souple.

Support du système oscillant. — Il est représenté par une pièce mobile (É) en tôle d'acier supportant le système oscillant, sa forme épouse celle d'un « té ». Cette pièce peut être déplacée verticalement le long de la planchette en aluminium qui supporte le tube manométrique.

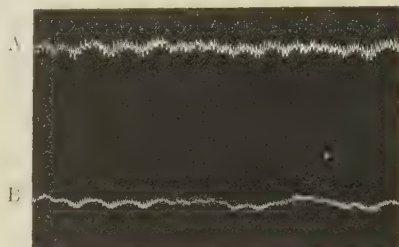
*Ensemble des graphiques obtenus avec le manomètre double
à mercure F. Fieschi*

A : Pression centrale diminuée.
B : Pression périphérique amplifiée.

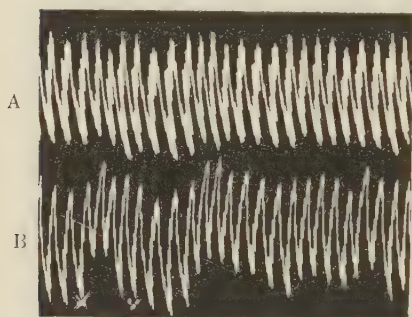


Curare

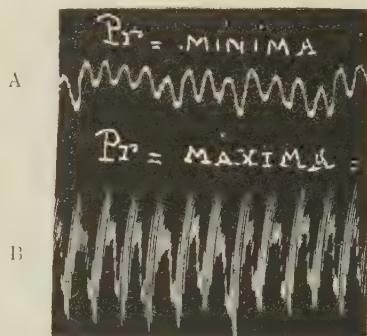
A : Pression centrale normale.
B : Pression périphérique amplifiée.



A : Pression centrale amplifiée.
B : Pression périphérique amplifiée.



A et B : Amplitudes obtenues
pour une même pression périphérique.



A : Pression centrale
B : Pression périphérique
réglées suivant une amplitude de même longueur.

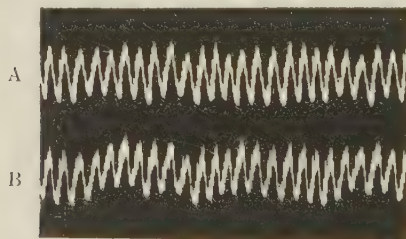


FIG. 19

Une rainure horizontale (r) pratiquée dans l'épaisseur du métal, permet au support mobile (B) de l'axe de rotation du balancier, d'être dirigé à droite ou à gauche de sa position médiane (O_1) au moyen d'une vis de chariotage (Z) à pas rapide.

Changement d'amplitude du style inscripteur. — Pour faire varier l'amplitude de la pointe inscrivante, il suffit de déplacer le support (B) le long de la rainure (r). Trois repères (O), (O_1), (O_2), permettent de situer le support mobile B de l'axe de rotation du balancier ; en O_1 , les amplitudes du style sont égales à celles du flotteur, en (O) elles sont maximas, en (O_2) elles sont minimas.

Elles peuvent être réglées dans le rapport de 1 à 6. Le dispositif que nous venons de décrire n'est applicable qu'aux pressions périphériques ; nous aurons en effet dans ce cas intérêt à augmenter la longueur de l'amplitude des oscillations ; les pressions périphériques étant généralement trop faibles pour pouvoir être enregistrées.

Réglage des pressions centrales

Les pressions centrales, sont dans la majorité des cas d'assez forte intensité aussi, pour ne pas enregistrer des courbes qui risqueraient de couvrir trop rapidement la surface de papier enfumé, devons-nous diminuer la longueur des amplitudes des oscillations.

Le dispositif que nous avons adopté, permet d'obtenir ce résultat (fig. 20). Son montage comprend un balancier (A) ; l'axe de rotation de cette pièce est solidaire avec le disque (d), échancré à sa partie inférieure, permettant de recevoir un taquet d'immobilisation, par l'intermédiaire d'une tige de commande horizontale (V).

Deux branches verticales (D) et (E) appartenant à un parallélogramme articulé, genre « Ducellier », peuvent être déplacées latéralement au moyen d'une pièce (G) actionnée par la tige (V).

Un croisillon (II) extensible dans le sens de son épaisseur, par l'intermédiaire de la biélette (K) permet sous l'influence des branches verticales (D) et (E), d'immobiliser ou de rendre libre la tige (t) du flotteur.

Système oscillant pour pressions centrales

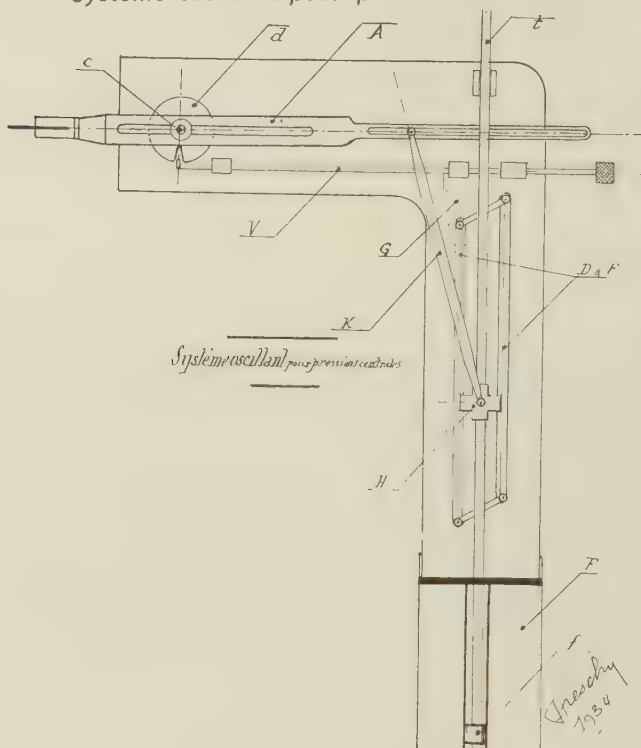


FIG. 20

Il est donc aisé de comprendre le fonctionnement de ce manomètre à mercure :

1° Pour la position de repos :

Nous devons faire tourner l'axe V dans le sens des aiguilles d'une montre; le taquet d'immobilisation du disque (d), fixera instantanément le balancier A dans sa position horizontale de repos.

En même temps, la pièce intermédiaire G agira sur les deux pièces mobiles D et F, qui, en se rapprochant l'une de l'autre, écarteront les deux mors extensibles

du croisillon (H), la tige (*t*) du flotteur pourra alors seule se déplacer librement, suivant le rythme normal des oscillations des ondes sanguines, sans entraîner avec elle le balancier inscripteur A.

2° *Pour la mise en marche :*

Nous devons agir sur l'axe V dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

**Avantages du manomètre double à mercure
à amplitudes réglables**

Les avantages qu'offre le manomètre à mercure à amplitudes réglables sont les suivants :

1° Réglage instantané des plumes inscrivantes, suivant une même génératrice du cylindre enregistreur, obtenu par le déplacement des tiges mobiles verticales (N) supportant les planchettes (F).

2° Réglage en hauteur des styles par déplacements verticaux des planchettes (F).

3° Réglage de l'amplitude des oscillations du style par déplacement du support de l'axe mobile (B), au moyen de la vis de chariotage (Z).

4° Equilibration du système oscillant, par inclinaison convenablement choisie du pendule stabilisateur (D).

5° Réglage du contact de la plume inscrivante, par rotation de la vis micrométrique (J).

6° Vidange de la colonne mercurielle, au moyen du robinet (P).

7° Mobilité du socle (H) et son immobilisation horizontale, obtenues au moyen des trois vis calantes (T) et du niveau d'eau.

8° Démontage et remplacement rapide des deux pièces qui constituent l'ensemble du tube manométrique.

9° Indications permanentes des pressions sanguines pouvant être lues sur un curseur gradué (D₁).

Entretien du manomètre

Avant chaque expérience, nous aurons intérêt de prendre les précautions suivantes :

Les parois internes des tubes manométriques seront nettoyées avec soin ; nous utiliserons pour cette opération une boulette d'ouate fixée à l'extrémité d'une petite tige métallique.

Pour permettre au flotteur de se déplacer librement le long de l'alésage du tube, nous devons déposer sur la surface libre du mercure une goutte de pétrole.

Enfin, les axes d'articulation, les pièces mobiles faisant partie du système oscillant devront recevoir une goutte d'huile de glycérine avant chaque expérience.

Position des pointes inscrivantes

Les déplacements des pointes inscrivantes étant inversés par rapport à ceux des manomètres courants, nous devons adopter la convention suivante, et considérer les baisses de pression comme s'effectuant de bas en haut et les hausses de pression de haut en bas ; ces enregistrements de mesure obtenus suivant un sens contraire aux déplacements normaux, ont déjà été observés pour le pneumographe de Marey.

Causes pouvant déterminer

le mauvais fonctionnement de l'appareil

a) Frottement de la tige (K) du flotteur contre la paroi interne du tube manométrique.

b) Contact trop accentué de la pointe du style avec la surface du papier enfumé.

c) Mauvaise inclinaison du pendule stabilisateur (D).

d) Dépôts de sels de la solution anticoagulante sur la paroi interne du tube manométrique.

e) Incidence trop grande du style inscripteur avec la surface du cylindre enregistreur.

f) Niveau défectueux du socle de l'appareil.

Variations brusques

du niveau de la pression générale sanguine

Nous devons, dans ce cas, immobiliser le balancier (A) dans sa position horizontale, et régler en hauteur la tige du flotteur.

Deuxième partie

Expériences

Le circuit d'excitation étant établi, comme il a été indiqué au chapitre des techniques (voir schéma du montage fig. 21), nous allons exposer comment nous l'avons utilisé dans cette étude.

I. CHRONAXIE. — Cette mesure se fait pour les systèmes itératifs, tels que le nerf lingual, suivant les mêmes règles que pour les éléments qui répondent à l'excitation unique : On cherche le seuil pour une grande capacité. Dans nos expériences, en raison de la grandeur de la chronaxie du sympathique, nous avons fait intervenir une capacité de six microfarads. Ici, la différence avec la même détermination sur les nerfs moteurs de la vie de relation, c'est qu'il faut répéter le stimulus suivant certaines conditions.

C'est ainsi que, pour la rhéobase, on devra « réitérer » les excitations pendant un temps au moins égal au « temps de sommation », facteur que nous avons défini au début de cet exposé. Ce temps de sommation, il faudra donc le déterminer d'abord, ce qui sera fait par tâtonnement, en répétant des excitations de durée rhéobasique pendant un temps suffisant que l'on raccourcit graduellement jusqu'à atteindre celui dont la moindre diminution amène une légère élévation du seuil.

Le temps de sommation étant connu, nous rechercherons par la même méthode de tâtonnement les intervalles pour lesquels il faut utiliser un minimum

de voltage, et nous choisirons le plus long de ceux-ci. Il nous sera dès lors possible, de prendre des mesures dans des conditions de sommation assez rigoureuses, pour qu'elles soient comparables. Quand nous aurons

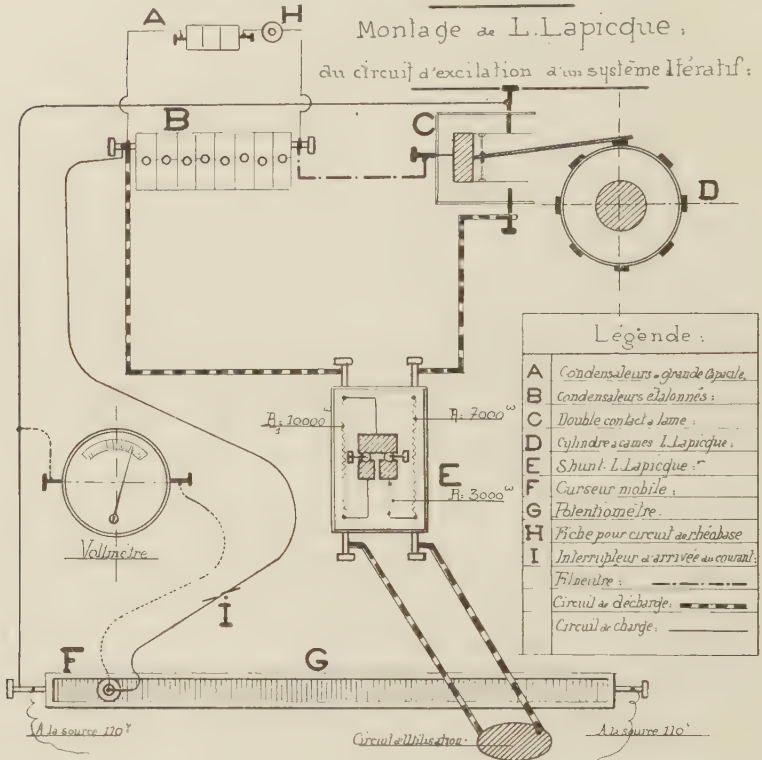


FIG. 21

déterminé, le voltage rhéobasique pour le temps de sommation de l'objet en expérience, et un intervalle convenable entre les excitations, nous doublerons ce voltage et, comme dans le cas ordinaire, chercherons la capacité liminaire, suivant les mêmes règles de sommation.

II. LES LOIS DE SOMMATION. — La valeur des deux paramètres de l'excitabilité du nerf ainsi connue, j'ai établi quelques lois de sommation, qui, je le répète, donnent la mesure de l'excitabilité de l'élément innervé.

Loi des voltages en fonction de l'intervalle entre les excitations. — La durée de chaque excitation étant égale à une chronaxie, leur répétition se faisant pendant un « temps de sommation », on cherche les variations du voltage liminaire, correspondant à l'augmentation de l'intervalle.

Loi des voltages en fonction du nombre des excitations — Elle s'obtient en cherchant la variation de ce même voltage, quand on augmente ou que l'on diminue le nombre des excitations, chaque excitation durant une chronaxie, l'intervalle fixé, est le même pour tout l'ensemble de l'expérience.

C'est ainsi que j'ai procédé tout au début ; par la suite, sans rechercher les lois étendues, je me suis contenté simplement de la mesure du temps de sommation, qui, tout en donnant des renseignements précis sur l'excitabilité périphérique, permet par sa rapidité, d'étudier des phénomènes trop fugaces, pour pouvoir être analysés par des lois toujours longues à établir. Je me suis servi, pour entraîner le cylindre à cames, d'un moteur à vitesse constante, qui lui imprime un mouvement de rotation de *un tour à la seconde*. Les mesures en sont grandement facilitées, les séries de plots destinées à soulever le levier de la clé à double contact, étant ainsi aux intervalles en seconde de

$$\frac{1}{12}, \quad \frac{1}{8}, \quad \frac{1}{6}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{3}, \quad \frac{1}{2}, \quad \text{et 1 seconde}$$

ETUDE DES VASO-DILATATEURS A L'ETAT NORMAL

Chronaxie de constitution et de subordination

Les deux nerfs linguaux découverts, les dispositions prises pour enregistrer les pressions centrale et périphérique, je procède aux mesures par la méthode que je viens d'indiquer.

J'établis que l'intervalle de $1/8$ de seconde entre les excitations, est celui qui convient; le temps de sommation obtenu par mesure directe est de : *six secondes*. C'est donc 48 stimuli qui devront être portés sur le nerf, pour la détermination de la rhéobase et de la chronaxie. Comme seuil, j'ai pris le voltage, qui provoque dans l'artère linguale, la baisse de pression la plus faible qui soit enregistrable. Avec mon manomètre à amplitudes réglables, cette détermination est très précise. Je rappelle qu'ici, en raison du dispositif d'amplification, la *hausse* de pression, est marquée sur le graphique, par un *abaissement* de la courbe.

Les mesures ont été prises, sur le bout périphérique des nerfs d'abord reliés aux centres, ensuite sectionnés.

Dans les premières expériences, les mesures n'ont été prises que sur les nerfs non sectionnés.

Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus dans toutes ces expériences, *le nerf est shunté, la résistance dont la valeur entre dans le calcul de la chronaxie, est de dix mille ohms*. Les mesures sont prises environ deux heures après le début de l'opération, temps qui permet, au système vaso-moteur ébranlé par le traumatisme opératoire, de reprendre son équilibre.

Dans les expériences de section, on s'assure que l'élimination de l'anesthésique est suffisante avant de procéder aux mesures.

Expérience du 15 mars 1932

Chien de 10 kg. ; anesthésie faite au chloralosane à la dose de un gramme :

1^{re} Mesure. — 15 h. 40. Recherche de la chronaxie.
« Temps de sommation par mesure directe : 6 secondes. »
Voltage rhéobasique : 40. Capacité chronaxique : 0 mf. 175.
Voltage rhéobasique : 40.

2^e Mesure. — 15 h. 50. Voltage rhéobasique : 40. Capacité chronaxique : 0 mf. 180. Voltage rhéobasique : 40.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 18.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0006.$$

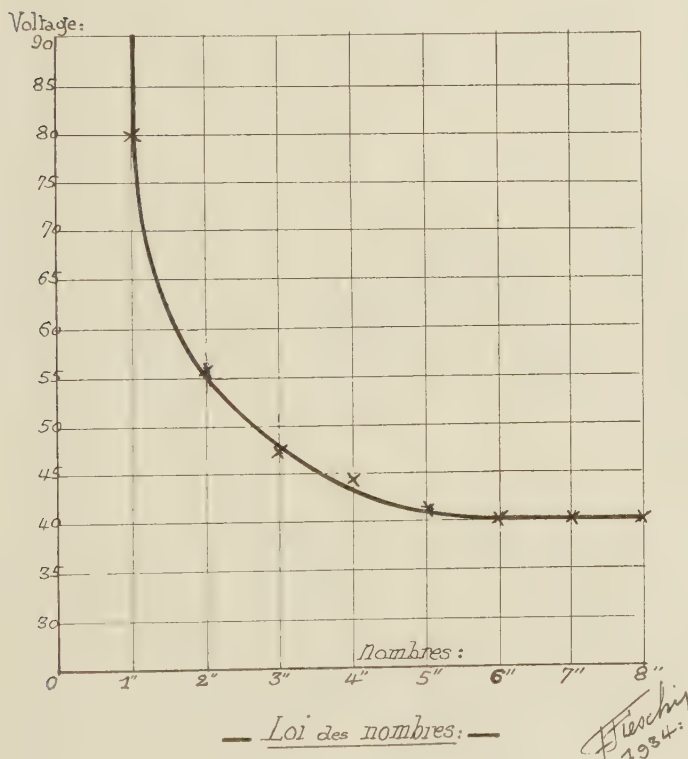


FIG. 22

LOI DES NOMBRES. — On trouvera sur le graphique, la courbe obtenue avec les résultats de l'expérience du 15 mars 1932 (fig. 22).

Ils montrent, que le voltage nécessaire pour produire le seuil, décroît lorsqu'on augmente le nombre des excitations, jusqu'à une valeur minimum à partir de laquelle il ne varie plus, quel que soit le nombre des excitations fournies.

Les autres expériences, donneraient toutes des courbes analogues.

LOI DES INTERVALLES. — Nous plaçant à la capacité chronaxique (Cw), et au temps de sommation « TS », nous faisons tourner le cylindre à cames, suivant un nombre de tours correspondant au temps de sommation, en plaçant successivement l'interrupteur à contact double, sur les différentes séries de plots, soit : 12 - 8 - 6 - 4 - 3 - 2 - 1 plot. Nous inscrivons les voltages liminaires pour chaque série d'intervalles.

La courbe représentative de cette loi, sera obtenue par points, en portant en abscisses les intervalles entre les excitations, et en ordonnées les voltages liminaires pour chaque série de cames.

Les variations du voltage liminaire, quand on accroit l'intervalle entre les stimuli, sont indiqués pour plusieurs de nos expériences dans le tableau suivant :

Dates	Capacités	Intervalles	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1
1-3-32.	0 mf. 150		64	64	65	75	80	92	> 100
15-3-32.	0 mf. 200		35	35	37	50	67	77	90
26-4-32.	0 mf. 200		30	30	32	44	52	67	

On trouvera, sur le graphique, la courbe représentative, correspondant aux résultats de l'expérience du 15 mars 1932 (fig. 23).

Cette courbe, montre que le voltage relève d'autant plus, que les excitations sont plus espacées, jusqu'à un maximum à partir duquel, la courbe tend à devenir parallèle à l'axe des abscisses.

Les résultats qualitatifs, pendant nos expériences, seront caractérisés par un phénomène de vasodilatation, représenté graphiquement par un décours comprenant : une phase ascendante, un maximum et

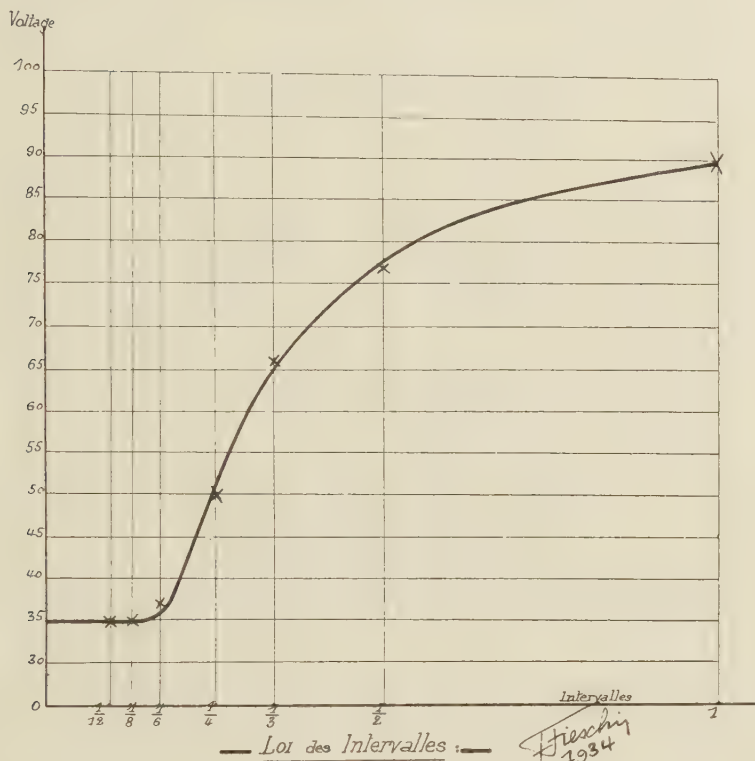


FIG. 23

une phase descendante. La phase ascendante représente, pour notre manomètre à amplitudes réglables, une baisse de pression, elle est plus rapide que la phase descendante.

La réponse de l'organe innervé, ne commence à être inscrite sur la feuille de papier enfumé du cylindre, qu'un peu avant le début de l'excitation.

La fatigue n'est pas rapide, toutefois, si l'on renou-

velle les excitations trop fréquemment, les réponses diminueront d'intensité, et finiront par disparaître complètement.

L'état du phénomène sera assez stable, si on prend le soin d'espacer chaque série de mesures, par un intervalle de repos de 4 à 5 minutes.

VALEUR DE LA CHRONAXIE DU NERF LINGUAL INTACT

Expérience du 17 mai 1932

Chien de 9 kg.; anesthésie faite au chloralose. Dose : 0 gr. 90. Température de la salle : 20 degrés :

1^{re} Mesure du lingual *droit non sectionné*. — 15 h. 30. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 10.

2^e Mesure. — 15 h. 40. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 10.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00074.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

1^{re} Mesure du lingual *gauche non sectionné*. — 16 h. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 190. Rhéobase : 12.

2^e Mesure. — 16 h. 15. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 190. Rhéobase : 12.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

$$\zeta = 1.10^4 \times 19.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00070.$$

Expérience du 25 mai 1932

Chien de 10 kg.; anesthésie faite au chloralose. Dose : 1 gramme. Température de la salle : 22 degrés :

1^{re} Mesure du lingual *droit non sectionné*. — 15 h. 20. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 5.

2^e Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 5.

$$\zeta = 1.10^4 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00074.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

1^{re} Mesure du lingual *gauche non sectionné*. — 16 h. 40. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 5.

2^e Mesure. — 16 h. 50. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 5.

$$\zeta = 1.10^4 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00074.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

VALEUR DE LA CHRONAXIE DU NERF LINGUAL SECTIONNÉ

On fait la mesure du nerf intact puis on le sectionne, le bout périphérique du nerf est chargé sur le « compas électrode ». Après quelques minutes de repos, toutes les précautions prises pour éviter le refroidissement, on commence les mesures.

Expérience du 14 juin 1932

Chien de 7 kg. Nerf lingual *droit intact*. Intervalle : 1/8. A 17 h. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 150. Rhéobase : 6. Temps de sommation : 6 secondes. A 17 h. 15, *section du nerf*.

17 h. 40. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 240. Rhéobase : 12.

18 h. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 240. Rhéobase : 12.

18 h. 10. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 240. Rhéobase : 14.

18 h. 30. Rhéobase : 11. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 11.

18 h. 45. Rhéobase : 9. Capacité chronaxique : 0 mf. 230; Rhéobase : 9.

Temps de sommation : 6 secondes.

Expérience du 30 juin 1932

Chienne de 11 kg. 500. Nerf lingual *droit intact*. — 16 h. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 100.

Rhéobase : 5. Temps de sommation : 6 secondes. A 16 h. 10, *section du nerf*.

16 h. 45. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 14.

17 h. 15. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 14.

17 h. 50. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 14.

Temps de sommation : 6 secondes.

Expérience du 31 janvier 1933

Chien de 9 kg. Nerf lingual *gauche intact*. Temps de sommation : 6 secondes.

17 h. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 5.

17 h. 10. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 6.

A 17 h. 20. *Section du nerf gauche*.

17 h. 45. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 12.

18 h. 30. Rhéobase : 13. Capacité chronaxique : 0 mf. 210. Rhéobase : 13.

Temps de sommation : 6 secondes.

19 h. Nerf lingual *droit intact*.

Rhéobase : 4. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 4.

19 h. 10. *Section du nerf droit*.

19 h. 30. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 220. Rhéobase : 14.

De l'ensemble de ces expériences, d'un assez grand nombre d'autres qu'il est inutile d'exposer ici, il ressort, que la chronaxie du nerf lingual vaso-dilatateur, est un peu inférieure à un millième de seconde (environ 0 sec. 0008) ; M. et Mme Chauchard avaient trouvé des valeurs deux fois plus élevées. Ils avaient, il est vrai, anesthésié leurs animaux au chloroforme, après injection de morphine à 1 centigramme par kilogramme d'animal, alors que je n'ai jamais utilisé que le chloralosane.

Pensant que les différences observées, pouvaient tenir à l'anesthésique, ces auteurs ont refait des mesures comparatives, en soumettant des chiens à la narcose, successivement par le chloralose, et le chloroforme, en laissant dans l'intervalle, un temps suffisant pour l'élimination de ce corps. Sous l'influence du chloralose, ils ont retrouvé nos chiffres. Cela indique à quel point, quand on expose des résultats expérimentaux, il est nécessaire de signaler de quel anesthésique on s'est servi.

Le temps de sommation n'a subi, du fait de l'anesthésique, aucune variation, et nous sommes d'accord pour le trouver égal à six secondes, que l'on ait utilisé le chloroforme, ou le chloralose.

Dans quelques cas, assez rares d'ailleurs, il arrive que la chronaxie ait une valeur notablement inférieure à la moyenne, parfois de plus de 60 pour 100.

Elle n'est pas toujours égale dans les deux nerfs, mais les différences, quand il en existe, sont peu accusées.

Sous l'influence de la section, la chronaxie du nerf lingual vaso-dilatateur, augmente jusqu'à varier du simple au double, la rhéobase s'élève dans une proportion au moins égale ; le temps de sommation ne varie pas.

Cette augmentation de la chronaxie reste stable, à l'opposé des simples effets de section, qui sont toujours temporaires, avec retour assez rapide à l'état normal.

Il y a lieu de rapprocher ce phénomène, de celui qu'a observé Mme Lapique en 1923 sur le nerf moteur de la Grenouille, et qui a conduit par la suite L. Lapique à la notion de chronaxie « *de subordination* ».

Celle-ci, se mesure avant la section, alors que le nerf périphérique est relié aux centres, la chronaxie du nerf soustrait par la section à l'influence des centres, étant dite « *de constitution* ».

Voilà donc un nouvel exemple de subordination, de

la périphérie aux centres dans le domaine du sympathique, celle-ci ayant été déjà signalée par E. Aburel et A. et B. Chauchard, sur le nerf hypogastrique moteur de la vessie.

L'influence des centres, se fait donc aussi bien sentir sur les nerfs du système sympathique, que sur l'innervation motrice, et le présent travail vient, une fois de plus, montrer la généralité de ce phénomène.

Quelques actions pharmacologiques

LE CURARE

Pour mettre en évidence l'existence d'une subordination nerveuse, il était nécessaire que nos animaux soient faiblement anesthésiés; nos mesures portaient donc après un temps suffisant, pour que l'élimination de l'anesthésique soit presque complète.

Mais lorsque l'animal commence à manifester des signes d'éveil, le réflexe linguo-maxillaire apparaît après chaque excitation, on voit la mâchoire se contracter, ces mouvements peuvent troubler les mesures. Le seul moyen capable d'immobiliser la mandibule a été de curariser l'animal, en faisant une injection intrapéritonéale d'une solution de curare à un pour cent à la dose de un centigramme par kilogramme du poids de l'animal.

Les nerfs vaso-dilatateurs sont considérés comme des inhibiteurs, dont le mécanisme d'action ne saurait par conséquent être assimilé à celui des nerfs moteurs, même de la vie organique.

Le curare, poison musculaire, est peu actif dans ce domaine, en particulier sur les fibres lisses des vaisseaux. L. et M. Lapique, en effet, ont découvert que l'action du curare est d'autant plus faible que le muscle est plus lent, et, par la suite, ont mis en évidence la très grande chronaxie des muscles de la paroi vasculaire.

Il était donc probable que le résultat de mes recherches sur ce point serait négatif. Cependant, en raison de l'incertitude qui règne encore sur le mécanisme de la vaso-dilatation, j'ai pensé qu'il ne fallait pas négliger la moindre possibilité de résoudre ce problème.

Les expériences de curarisation nécessitant la respiration artificielle, il a fallu, d'abord, se rendre compte de l'action que pouvait avoir cette intervention elle-même, sur l'excitabilité de l'appareil vaso-dilatateur.

Action de la respiration artificielle

Nous avons opéré sur des chiens endormis au chloralosane ; la trachéotomie basse a été pratiquée au-dessus du sternum, entre les deux chefs sternaux des sterno-mastoïdiens et sterno-hyoïdien. Nous avons mis la trachée à nu, en pratiquant une incision à partir du niveau de l'os hyoïde, jusqu'au sternum, et en dégageant, après cette opération, l'interstice musculaire.

Une canule métallique reliée par un tube en caoutchouc, à un appareil à respiration artificielle de L. Lapique, a été introduite dans une ouverture, intéressant un ou deux anneaux trachéaux, et nous avons mesuré la chronaxie.

Voici les résultats de deux expériences :

Expérience du 15 mars 1933

Respiration artificielle

Chien de 21 kg. ; anesthésie faite au chloralosane. Dose : 2 gr. 1. Température de la salle : 21 degrés.

1^{re} Mesure. — Lingual *gauche non ligaturé*. 15 h. 40. Rhéobase : 3. Capacité chronaxique : 0 mf. 07. Rhéobase : 3.

2^e Mesure. — 15 h. 50. Rhéobase : 4. Capacité chronaxique : 0 mf. 07. Rhéobase : 4.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 7.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00025.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Trachéotomie pratiquée à 16 h. 10 ; mesure du lingual *gauche non ligaturé* avec respiration artificielle.

1^{re} Mesure. — 16 h. 30. Rhéobase : 3. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 3 (T.S. : 3").

2^e Mesure. — 16 h. 50. Rhéobase : 3. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 3 (T.S. : 3").

$$\zeta = 1.10^4 \times 15.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00055.$$

Temps de sommation : 3 secondes.

Intervalle : 1/8.

Expérience du 3 mai 1933

Respiration artificielle

Chien de 9 kg. ; anesthésie au chloralosane. Dose : 0 gr. 90. Température de la salle : 20 degrés.

1^{re} Mesure. — Lingual *gauche ligaturé*. Excitation du bout périphérique. 15 h. 15. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 5.

2^e Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 0 mf. 140. Rhéobase : 6.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 14.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 00051.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Trachéotomie pratiquée à 15 h. 50 : mesure du lingual *gauche ligaturé* avec respiration artificielle.

1^{re} Mesure. — 16 h. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 350. Rhéobase : 5 (T.S. : 3").

2^e Mesure. — 16 h. 10. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 350. Rhéobase : 5 (T.S. : 3").

$$\zeta = 1.10^4 \times 35.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 001.$$

Temps de sommation : 3 secondes.

Intervalle : 1/8.

L'examen de ces expériences nous montre que la respiration artificielle augmente la chronaxie des vaso-dilatateurs linguaux.

Ces effets sont identiques à ceux que M. et Mme Chauchard ont observé sur le pneumogastrique, par augmentation de l'espace mort. Ils se produisent de même que le nerf ait été sectionné ou non.

Le temps de sommation subit une diminution de 50 pour 100. Il y a donc simultanément une action contraire sur la fibre vaso-dilatatrice et sur l'élément auquel elle aboutit.

Action du curare

Sur un autre groupe de chiens, nous avons injecté dans le péritoine une solution de curare à un pour cent, à la dose de un centimètre cube par kilogramme du poids de l'animal : Une baisse de pression générale a pu être constatée, elle se produit immédiatement après l'injection. Les inscriptions sont lentes et de grande amplitude, leur rythme s'accélère progressivement, en même temps que diminue leur longueur, les amplitudes des oscillations périphériques sont petites, à peine perceptibles. Les excitations ont été faites sur le bout périphérique du nerf intact puis ligaturé.

Dans un cas, j'ai pu pratiquer des mesures sur l'animal, sans avoir recours à la respiration artificielle. J'ai constaté que le curare a très peu modifié la chronaxie du nerf lingual intact, tandis que la section en a doublé la valeur (Expérience du 7 février 1933).

Nous nous trouvons en présence d'un phénomène de vaso-dilatation pur. D'autres expériences ont été faites ensuite, avec le curare, après respiration artificielle (7 mars 1933).

Expérience du 7 février 1933

(Curare)

Chien de 10 kg. 500 ; anesthésie faite au chloralosane. Dose : 1 gr. 05. Température de la salle : 20 degrés.

Mesure du lingual *gauche intact*. — 16 h. Rhéobase : 4. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 4.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : $1/8$.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

17 h. Injection intrapéritonéale d'une solution de curare à un pour cent à raison de 1 cm^3 par kg. du poids de l'animal. La respiration artificielle n'a pas été pratiquée. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20 (T.S. : 3").

17 h. 10. Mesure faite sur le lingual *gauche sectionné* (bout périphérique). Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 25 (T.S. : 3"). Cette différence provient donc de la section.

17 h. 15. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 400. Rhéobase : 25 (T.S. : 5").

L'animal accusant des phénomènes d'asphyxie consécutifs aux muscles respiratoires curarisés se traduisant par de très grandes amplitudes du style enregistreur, nous avons pratiqué aussitôt la trachéotomie. L'animal est mort au cours de l'expérience.

Expérience du 7 mars 1933

(Curare et respiration artificielle)

Chien de 9 kg. Température de la salle : 21 degrés. Anesthésie faite au chloralosane. Dose : 0 gr. 90.

1^{re} Mesure : lingual *gauche intact*. — 15 h. 30. Rhéobase : 8. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 8.

$$\zeta = 1.10^4 \times 12.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0.0044.$$

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : $1/8$.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Trachéotomie et respiration artificielle pratiquée à 16 h. 10 ; mesure du lingual *gauche intact* faite aussitôt après. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 325. Rhéobase : 10 (T.S. : 3").

A 17 h., injection intrapéritonéale de 9 cm^3 de curare à un pour cent. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 350. Rhéobase : 12 (T.S. : 3").

17 h. 10. *Section du lingual gauche.*

17 h. 15. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 400. Rhéobase : 12 (T.S. : 3").

17 h. 30. Rhéobase: 15. Capacité chronaxique: 0 mf. 500.
Rhéobase : 15 (T.S. : 3").

18 h. 10. Rhéobase: 12. Capacité chronaxique: 0 mf. 350.
Rhéobase : 12 (T.S. : 3").

Il résulte de mes expériences que le curare paraît n'avoir pas d'action sur la chronaxie des fibres vasodilatatrices du nerf lingual.

Celle-ci, augmentée par la respiration artificielle, se montre à peu près à la même valeur après la curarisation ou s'élève faiblement.

Quant au temps de sommation, abaissé par la respiration artificielle, il reste invariable pendant toute la durée de l'expérience.

On peut donc conclure que le curare n'a pas d'action nette sur l'excitabilité du système vasodilatateur.

Mais cette substance, en immobilisant les muscles, m'a permis de constater que, sur le nerf sectionné, on avait une chronaxie plus élevée que lorsque le lingual était relié aux centres, et par conséquent, de mettre en évidence le phénomène de la subordination

L'ADRENALINE

L'adrénaline appartient à ce groupe de substances dites « sympathicomimétiques » parce qu'elles provoquent sur le sympathique des effets comparables à l'excitation de ce système. Un des plus frappants est celui qu'elle produit sur les muscles des vaisseaux qui, par leur contraction, déterminent le phénomène de la vaso-constriction.

M. et Mme Lapicque ont montré sur la membrane interdigitale de la grenouille que l'adrénaline, en même temps que son effet vasoconstricteur, a la propriété de diminuer la chronaxie des muscles des vaisseaux.

La même diminution a été observée sur la chronaxie et le temps de sommation des vasoconstric-

teurs, sous l'influence de cette substance, par A. et B. Chauchard avec Barry, sur le nerf splénique et la rate par les mêmes, avec Angelesco.

Pour les vaso-dilatateurs, personne n'avait jusqu'ici recherché, par la méthode chronaximétrique, l'influence que pouvait avoir l'adrénaline sur l'excitabilité, dès que s'atténue l'action contraire qu'elle produit sur les vaisseaux.

L'animal étant profondément endormi au chloralosane, nous avons injecté dans la saphène un centimètre cube d'une solution isotonique à huit pour mille, à laquelle on avait ajouté un vingtième de milligramme de chlorhydrate d'adrénaline. Aussitôt l'injection faite, nous avons constaté une hausse de la pression générale, qui est redevenue à peu près normale une fois passée cette réaction. Nous avons, à partir de ce moment, noté les mesures obtenues en excitant le nerf lingual, en laissant entre chacune d'elles quelques minutes d'intervalle de repos.

Expérience du 5 juillet 1932

(Adrénaline)

Chien de 9 kg. ; anesthésie faite au chloralosane. Dose : 0 gr. 90. Température de la salle : 23 degrés.

16 h. 45. Excitation du lingual *droit non sectionné*. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 5.

16 h. 50. Excitation du lingual *gauche non sectionné*. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 110. Rhéobase : 5.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^1 \times 11.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0.0004.$$

17 h. 10. Excitation du lingual *droit sectionné*. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 10 (T.S. : 6").

A 17 h. 30, injection dans la saphène d'une solution de 1 cm³ d'adrénaline au vingtième de milligramme.

Mesure du bout périphérique du lingual *droit sectionné*. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 14 (T.S. : 3").

2° Mesure. — 17 h. 45. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 14 (T.S. : 3").

3° Mesure. — 18 h. 15. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 10 (T.S. : 6").

Expérience du 21 décembre 1932

(Adrénaline)

Chien de 16 kg. ; anesthésie faite au chloralose. Dose : 1 gr. 6. Température de la salle : 22 degrés. Excitation du lingual *gauche ligaturé* (bout périphérique).

1^{re} Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 23. Capacité chronaxique : 0 mf. 180. Rhéobase : 23.

2° Mesure. — 16 h. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\tau = 1.10^4 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0007.$$

A 17 h., nous avons fait dans la saphène une première injection d'une solution de 1 cm³ d'adrénaline au vingtième de milligramme ; nous avons constaté une hausse de pression générale qui revient à peu près normale une fois passée cette réaction.

1^{re} Mesure du lingual *gauche ligaturé* (bout périphérique). — Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 110. Rhéobase : 25 (T.S. : 3").

2° Mesure. — 17 h. 30. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 25 (T.S. : 3").

3° Mesure. — 17 h. 50. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20 (T.S. : 6").

A 18 h., nous avons fait une seconde injection de 1 cm³ d'adrénaline au vingtième de milligramme.

1^{re} Mesure. — Rhéobase : 23. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 23 (T.S. : 3").

2^e Mesure. — 18 h. 20. Rhéobase : 23. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 23 (T.S. : 3").

3^e Mesure. — 18 h. 50. Rhéobase : 23. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 23 (T.S. : 6").

Expérience du 2 mai 1933

(Adrénaline)

Chienne de 15 kg. Température de la salle : 22 degrés ; anesthésie faite au chloralosane. Dose : 1 gr. 5. On découvre le lingual gauche, on le sectionne ; le bout périphérique est chargé sur le « compas électrodé ». Après quelques minutes de repos, toutes les précautions prises pour éviter le refroidissement, on commence les mesures :

1^{re} Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 7. Capacité chronaxique : 0 mf. 115. Rhéobase : 7.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Résistance : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 1.15 \cdot 10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0004.$$

2^e Mesure. — 16 h. 30. On injecte dans la saphène 1 cm³ de chlorhydrate d'adrénaline en solution physiologique au vingtième de milligramme. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 050. Rhéobase : 30.

Temps de sommation : 3 secondes.

Intervalle : 1/8.

3^e Mesure. — 16 h. 50. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 050. Rhéobase : 30 (T.S. : 3").

4^e Mesure. — 17 h. 10. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 050. Rhéobase : 30 (T.S. : 3").

5^e Mesure. — 17 h. 20. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 050. Rhéobase : 30 (T.S. : 3").

$$\zeta = 1.10^4 \times 5.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0001.$$

6^e Mesure. — 18 h. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 0 mf. 090. Rhéobase : 6 (T.S. : 4").

7° Mesure. — 18 h. 20. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 6.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

De l'ensemble des expériences faites avec l'adrénaline, il résulte que cette substance agit sur l'excitabilité du nerf lingual vaso-dilatateur et des éléments qu'il innerve. Elle abaisse la valeur de la chronaxie et provoque, en même temps, une diminution du temps de sommation.

Une heure environ après la première expérience, en correspondance avec la période d'élimination de l'adrénaline, le temps de sommation et la chronaxie nerveuse remontent à leurs valeurs normales. On peut reproduire le même phénomène par de nouvelles injections successives quand l'effet de la précédente est effacé.

Les anesthésiques locaux

Dans ma pratique quotidienne de la stomatologie, j'ai continuellement recours aux anesthésiques locaux, notamment à la cocaïne et, surtout, à la novocaïne. Ces substances agissent sur la vaso-motricité, j'ai cherché leur action sur l'excitabilité des vaso-dilatateurs.

a) LA COCAÏNE

J'ai utilisé le chlorhydrate de cocaïne en solution à 1 pour 100 que j'injecte sous les gencives.

Expérience du 23 mai 1933

(Cocaïne)

Chien de 10 kg. 500 ; anesthésie faite au chloralosane à la dose de 1 gr. 05. Température de la salle : 20 degrés. Excitation du bout périphérique du *lingual gauche ligaturé*.

1^{re} Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 10.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

A 15 h. 50, injection sous-gingivale d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à 1 0/0 (1 cm³).

Aussitôt l'injection faite, on constate une forte baisse de pression périphérique.

A 15 h. 55, formation d'un caillot ; à 16 h., phénomènes de convulsion ; durée : 1 minute environ.

2^e Mesure. — Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 12.

Temps de sommation, compris entre 3 et 4 secondes.

Intervalle : 1/8.

A 16 h. 10, la pression périphérique remonte à son niveau normal.

3^e Mesure. — Rhéobase : 8. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 8.

Temps de sommation : 3 secondes.

Valeur de la chronaxie de constitution :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

Vingt minutes après la première injection de cocaïne, le nerf revient à son état normal d'excitabilité ; les vaisseaux restent sous la dépendance de la cocaïne ; la cocaïne continue à agir sur l'organe innervé.

La chronaxie de constitution varie de 0 sec. 0009 à 0 sec. 0005.

On n'observe aucune réponse à l'excitation unique pour un voltage rhéobasique variant entre 15 et 30 volts.

A 16 h. 30, on fait une deuxième injection sous-gingivale de 1 cm³ de chlorhydrate de cocaïne à 1 pour 100.

4^e Mesure. — Rhéobase : 7. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 7.

5^e Mesure. — 17 h. Rhéobase : 18. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 18.

6^e Mesure. — 17 h. 10. Rhéobase : 10. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 10.

Temps de sommation : varie entre 3 et 4 secondes.

Intervalle : 1/8.

De même que pour l'expérience précédente, nous avons constaté une baisse de pression périphérique aussitôt l'injection faite, suivie, vingt minutes après, d'une montée qui redevient normale.

Les vaisseaux sanguins continuent à rester sous la dépendance de la cocaïne, cette dernière agissant toujours sur l'organe innervé.

La chronaxie de constitution du nerf varie en s'élevant de 0 sec. 0007 à 0 sec. 001.

Expérience du 7 juin 1933

(Cocaïne)

Chien de 16 kg. ; à 14 h. 30, injection intrapéritonéale de 25 cm³ de chloralosane à 10 pour 100. Température de la salle : 20 degrés.

Excitation du bout périphérique du lingual *gauche ligaturé*.

Le chien est trop agité pour permettre de faire des mesures.

A 16 h. 5, il est fait une seconde injection de 1 gramme de chloralosane. L'animal dort profondément.

1^{re} Mesure. — 16 h. 30. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 30.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : 1/8.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^1 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0007.$$

A 17 h. 25, injection sous-gingivale d'une solution de 1 cm³ de chlorhydrate de cocaïne à un pour cent.

1^{re} Mesure. — Rhéobase : 26. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 26 (T.S. : 3").

2^e Mesure. — 17 h. 50. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 25 (T.S. : 3").

3^e Mesure. — 17 h. 55. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 125. Rhéobase : 25 (T.S. : 3").

4^e Mesure. — 18 h. 10. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 100. Rhéobase : 25 (T.S. : 3").

5^e Mesure. — 18 h. 25. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20 (T.S. : 6").

Expérience du 13 juin 1933

(Cocaïne)

Chienne de 10 kg. 500. Chloralosane : 1 gr. 05. Température de la salle : 20 degrés.

I. — Lingual *gauche ligaturé* (excitation du bout périphérique).

Début de l'opération : 14 h. 30.

1^{re} Mesure. — 3 h. 25. Rhéobase : 13. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 13.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Chronaxie de constitution du nerf :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

II. — 16 h. Injection sous-gingivale d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à un pour cent.

Nous constatons une baisse de pression périphérique qui revient normale 20 minutes environ après l'injection.

2^e Mesure. — 16 h. 5. Rhéobase : 12. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 12.

3^e Mesure. — 16 h. 30. Rhéobase : 11. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 11.

4^e Mesure. — 16 h. 50. Rhéobase : 11. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 11.

5^e Mesure. — 17 h. 15. Rhéobase : 8. Capacité chronaxique : 0 mf. 450. Rhéobase : 8.

Temps de sommation : entre 3 et 4 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

6^e Mesure. — 17 h. 45. Rhéobase : 9. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 9.

7^e Mesure. — 18 h. 5. Rhéobase : 9. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 9.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

A 18 h. 5, la chronaxie de constitution : 0 sec. 0009 et le temps de sommation redeviennent normaux. Pendant toute la durée de l'expérience, nous n'avons observé aucun phénomène de hausse de pression périphérique. Nous avons cherché à obtenir une réponse unique en excitant le nerf sous un voltage variant de 15 à 30 volts ; la réponse fut négative.

III. — 18 h. 20. Action du chloroforme.

Nous avons constaté, après l'anesthésie, une élévation de la rhéobase ; le temps de sommation, après avoir diminué de moitié, est revenu normal après l'élimination du poison. Il y a eu allongement de la chronaxie.

8^e Mesure. — 18 h. 30. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 3 secondes.

9^e Mesure. — 19 h. Rhéobase : 15. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 15.

Temps de sommation : 6 secondes.

La chronaxie de constitution a pour valeur :

$$\zeta = 1.10^4 \times 3.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 001.$$

Dans l'ensemble, les résultats observés ont été les suivants :

a) Sous l'action de la cocaïne, on constate aussitôt l'injection faite, une forte baisse de pression périphérique, qui redevient normale vingt minutes environ après l'injection, les amplitudes sont normales, la pression centrale ne varie pas.

b) Au début, on note une diminution de la chronaxie nerveuse qui remonte ensuite jusqu'au double de sa valeur primitive, à laquelle elle revient au bout d'un temps plus ou moins long suivant la dose injectée, mais qui, dans aucun cas, n'est inférieur à 30 minutes.

c) Une diminution du temps de sommation, qui descend de *six* secondes à *trois* secondes, pour remonter à six secondes, au moment de l'élimination du poison.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux qu'ont obtenus, sur d'autres catégories d'éléments nerveux, d'une part : R. Dériaud et H. Laugier, d'autre part, A. et B. Chauchard et Rizzolo. Les premiers, sur des préparations neuro-musculaires de Grenouille, ont observé une diminution de la chronaxie du nerf, les seconds, sur les neurones moteurs corticaux chez le chien, ont de même obtenu, sous l'influence d'injections intra-péritonéales de chlorhydrate de cocaïne en solution à 1 pour 100, une diminution de la chronaxie, suivie, pour des doses répétées, d'une augmentation.

b) LA NOVOCAÏNE

La novocaïne, corps beaucoup moins toxique que la cocaïne, quoique d'une activité considérablement plus grande, est, pour ces raisons, devenue d'usage courant en anesthésie locale.

Nous avons fait une série d'expériences pour rechercher l'action de cette substance, sur l'excitabilité de l'appareil vaso-dilatateur.

L'animal étant profondément endormi au chloralose, nous avons, comme pour la cocaïne, fait une injection sous-gingivale d'une solution de un centimètre cube de novocaïne à un pour cent, et mesuré aussitôt après la chronaxie.

Dès l'injection faite, on constate une légère baisse de pression générale, avec ondulations normales vasomotrices dans chaque tube manométrique ; dans certains cas, on observe une accentuation des phénomènes vaso-moteurs périphériques, en dehors de l'excitation du nerf, la pression centrale restant normale.

Expérience du 20 juin 1933

(Novocaïne)

Chienne de 11 kg. Chloralosane : 1 gr. 1. Température de la salle : 20 degrés.

I. — Lingual *gauche ligaturé* (excitation du bout périphérique).

Début de l'opération :

1^{re} Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 15. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 15.

2^e Mesure. — 15 h. 40. Rhéobase : 15. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 15.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Chronaxie de constitution du nerf :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

II. — 16 h. 5. Injection sous-gingivale de : un cm³ de novocaïne à un pour cent.

Dès l'injection faite, on constate immédiatement une légère baisse de pression générale avec ondulations vasomotrices dans chaque tube manométrique.

3^e Mesure. — 16 h. 15. Rhéobase : 15. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 15.

4^e Mesure. — 16 h. 20. Rhéobase : 14. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 14.

Temps de sommation : 3 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

16 h. 30. Les amplitudes de pressions périphériques sont légèrement diminuées.

5^e Mesure. — Rhéobase : 15. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 15.

6^e Mesure. — 16 h. 45. Rhéobase : 16. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 16.

7^e Mesure. — 16 h. 55. Rhéobase : 18. Capacité chronaxique : 0 mf. 400. Rhéobase : 18.

17 h. Le temps de sommation s'est allongé (T.S. : 4").

8° Mesure. — Rhéobase : 18. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 18.

9° Mesure. — 17 h. 45. Rhéobase : 6. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 6.

Le temps de sommation est descendu à 3 secondes.

Pendant la durée de l'expérience, le temps de sommation étant resté sensiblement le même, la novocaïne continue à agir sur l'organe innervé. Seule la chronaxie de constitution s'est allongée pour devenir normale 1 h. 15 après l'injection.

Elle a atteint un maximum de 0 sec. 0018 pour devenir ensuite presque normale.

III. — 18 h. 5. Injection sous-gingivale de 1 cm³ de novocaïne à un pour cent.

On constate aussitôt une forte baisse de pression périphérique avec une augmentation générale des ondulations vaso-motrices.

10° Mesure. — 18 h. 10. Rhéobase : 4. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 4.

11° Mesure. — 18 h. 30. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 550. Rhéobase : 5.

12° Mesure. — 18 h. 45. Rhéobase : 5. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 5.

Temps de sommation : 3 secondes.

Le phénomène se produit par un allongement de la chronaxie du nerf. La novocaïne continue d'agir sur l'organe innervé.

Expérience du 21 juin 1933

(Novocaïne)

Chien de 12 kg. Chloralosane : 1 gr. 2. Température de la salle : 20 degrés.

I. — Lingual *gauche ligaturé* (excitation du bout périphérique).

Début de l'opération : 14 h. 30.

1° Mesure. — 15 h. 35. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 25.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Chronaxie de constitution :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

II. — 15 h. 50. Injection sous-gingivale de 1 cm³ de novocaïne à un pour cent. Ondulations vaso-motrices générales observées.

2^e Mesure. — 15 h. 55. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 20.

3^e Mesure. — 16 h. 5. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 20.

4^e Mesure. — 16 h. 45. Rhéobase : 17. Capacité chronaxique : 0 mf. 700. Rhéobase : 17.

Pour cette dernière mesure, on observe des phénomènes vaso-moteurs périphériques spontanés en dehors de l'excitation du nerf. La pression centrale reste normale.

Le temps de sommation descend à 3 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

La chronaxie du nerf s'est allongée pour atteindre la valeur suivante :

$$\zeta = 1,10^4 \times 7.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 002.$$

5^e Mesure. — 17 h. Rhéobase : 22. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 22.

6^e Mesure. — 17 h. 15. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 600. Rhéobase : 20.

7^e Mesure. — 17 h. 35. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 500. Rhéobase : 20.

8^e Mesure. — 17 h. 50. Rhéobase : 27. Capacité chronaxique : 0 mf. 400. Rhéobase : 27.

9^e Mesure. — 18 h. 25. Rhéobase : 27. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 27.

10^e Mesure. — 18 h. 35. Rhéobase : 30. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 30.

Le temps de sommation est remonté entre 4 et 5 secondes.

La chronaxie est devenue presque normale.

$$\zeta = 1.10^4 \times 3.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 001.$$

Expérience du 28 juin 1933

(Novocaïne)

Chien de 15 kg. 500. Chloralosane : 1 gr. 55. Température de la salle : 20 degrés.

I. — Lingual *gauche ligaturé* (excitation du bout périphérique).

Début de l'opération : 14 h. 35.

1^{re} Mesure. — 15 h. 25. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Chronaxie de constitution du nerf :

$$\zeta = 1.10^4 \times 25.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0009.$$

II. — 15 h. 30. Injection sous-gingivale de 1 cm³ de novocaïne à un pour cent.

Ondulations vaso-motrices générales observées.

2^e Mesure. — Rhéobase : 22. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 22.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

3^e Mesure. — 15 h. 40. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

III. — 16 h. 2^e injection sous-gingivale de un cm³ de novocaïne à un pour cent.

4^e Mesure. — Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. — Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 3 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

16 h. 25. L'amplitude des oscillations périphériques et centrales est un peu réduite.

6^e Mesure. — Rhéobase : 19. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 19.

7° Mesure. — 16 h. 45. Rhéobase : 19. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 19.

8° Mesure. — 17 h. 15. Rhéobase : 19. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 19.

9° Mesure. — 17 h. 45. Rhéobase : 19. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 19.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

IV. 17 h. 55. 3° injection sous-gingivale de 1 cm³ de novocaïne à un pour cent.

10° Mesure. — Rhéobase : 19. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. — Rhéobase : 19.

Temps de sommation : 3 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Le chien est agité.

11° Mesure. 18 h. Rhéobase : 18. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 18.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

2° injection dans la saphène de chloralosane (1/2 dose).

12° Mesure. — 18 h. 15. Rhéobase : 16. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 16.

13° Mesure. — 18 h. 25. Rhéobase : 16. Capacité chronaxique : 0 mf. 250. Rhéobase : 16.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Expérience du 4 juillet 1933

(Novocaïne)

Chienne de 8 kg. 5. Anesthésie faite au chloralosane à la dose de 0 gr. 85. Température de la salle : 20 degrés. Excitation du nerf lingual *gauche ligaturé* (bout périphérique).

1^{re} Mesure. — 15 h. 25. Rhéobase : 32. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 32.

2° Mesure. — 15 h. 40. Rhéobase : 32. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 32.

Temps de sommation : 6 secondes.

Intervalle : $1/8$.

Résistance du circuit : 10.000 ohms.

Valeur de la chronaxie :

$$\zeta = 1.10^4 \times 15.10^{-8} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0005.$$

A 15 h. 45, injection sous-gingivale d'une solution de : un cm^3 de chlorhydrate de novocaïne à un pour cent.

Ondulations vaso-motrices centrales et périphériques observées avec hausse de pression générale. Le chien est agité.

3° Mesure. — Rhéobase : 35. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 35.

Temps de sommation : 3 secondes.

A 16 heures, 2° injection de chloralosane ($1/2$ dose).

4° Mesure. — 16 h. 15. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 20.

5° Mesure. — 16 h. 25. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. Rhéobase : 20.

6° Mesure. — 16 h. 45. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 120. — Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 3 secondes.

A 17 h. 20, on observe une forte augmentation des ondulation vaso-motrices générales.

7° Mesure. — Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 20.

8° Mesure. — 17 h. 40. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 20.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : $1/8$.

Expérience du 5 juillet 1933

(Novocaïne)

Chienne de 9 kg. Chloralosane : 0 gr. 90. Température de la salle : 20 degrés.

I. — Lingual *gauche ligaturé* (excitation du bout périphérique).

Début de l'opération : 14 h. 20.

1^{re} Mesure. — 15 h. 30. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 25.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

Chronaxie de constitution du nerf :

$$\zeta = 1.10^4 \times 2.10^{-7} \times 0,37 = 0 \text{ sec. } 0007.$$

16 heures. Injection sous-gingivale de 1 cm³ de novocaïne à un pour cent.

2^e Mesure. — Rhéobase : 24. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 24.

3^e Mesure. — 16 h. 5. Rhéobase : 24. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 24. (voltage rhéobasique trop fort).

4^e Mesure. — 16 h. 15. Rhéobase : 24. Capacité chronaxique : 0 mf. 150. Rhéobase : 24.

Temps de sommation : 3 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

5^e Mesure. — 16 h. 30. Rhéobase : 22. Capacité chronaxique : 0 mf. 220. Rhéobase : 22.

6^e Mesure. — 16 h. 45. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 220. Rhéobase : 20.

Le temps de sommation est compris entre 4 et 5 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

7^e Mesure. — 17 h. 30. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 20.

Le temps de sommation atteint 6 secondes.

L'animal commence à s'éveiller.

8^e Mesure. — 17 h. 35. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 300. Rhéobase : 25.

9^e Mesure. — 17 h. 45. Rhéobase : 25. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 25.

2^e injection de chloralosane (1/2 dose) dans la saphène.

10^e Mesure. — 18 h. 10. Rhéobase : 20. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 20.

11^e Mesure. — 18 h. 20. Rhéobase : 22. Capacité chronaxique : 0 mf. 200. Rhéobase : 22.

Temps de sommation : 6 secondes.

Rythme des intervalles : 1/8.

L'examen de mes expériences montre, pour la chronaxie, une augmentation qui peut atteindre deux fois sa valeur primitive : une diminution parfois légère ; une diminution suivie d'une augmentation, avec retour plus ou moins rapide à la valeur primitive.

Le temps de sommation subit, dans tous les cas, une diminution ; comme la chronaxie, il redevient normal au bout d'un certain temps.

Comment expliquer, en ce qui concerne la chronaxie, ces résultats contradictoires ?

La novocaïne, dont la molécule diffère de celle de la cocaïne, est beaucoup plus active que celle-ci. Or, nous avons vu que, sur le nerf lingual vaso-dilatateur de même que sur les neurones moteurs de l'écorce cérébrale, la cocaïne à dose modérée diminue la chronaxie, à dose élevée l'augmente. Je pense que, en se basant sur ces faits, on peut ainsi interpréter les effets de la novocaïne. J'ai toujours injecté une solution de même titre que celle de chlorhydrate de cocaïne, et ma dose de début était toujours identique. Comme la novocaïne est un anesthésique local très énergique, nous atteignons très vite un stade d'action beaucoup plus avancé. Suivant le moment où je faisais ma détermination, le stade de diminution était dépassé, et j'observais l'apparence d'une augmentation d'emblée ; une action moins avancée donnait une diminution ou un passage par un minimum. En somme, il est probable que si l'on pouvait déterminer exactement le stade où l'on fait la mesure, on observerait toujours au début une diminution de la chronaxie, et que, même pour des doses convenablement réglées, on pourrait n'obtenir que cette diminution. C'est ce que nous nous proposons de vérifier par la suite.

Résumé général et conclusions

Dans le cours de nos expériences, nous avons constaté, en utilisant les manomètres à mercure courants, employés dans les laboratoires de Physiologie pour mesurer la pression artérielle, que ces appareils ne sont pas d'un maniement facile, en outre, l'inscription des très faibles pressions périphériques ne peut jamais être obtenue d'une manière précise.

Ces considérations m'ont amené à construire un manomètre qui permet de faire varier à volonté les amplitudes du style inscripteur, de telle manière que la pression des ondes sanguines soit toujours perceptible, quelle que soit sa faiblesse.

L'équilibration du système oscillant du balancier inscripteur se fait par inclinaisons variables d'un pendule stabilisateur, et le contact de la plume inscrivante sur la feuille de papier enfumé du cylindre s'obtient en agissant sur une vis micrométrique.

Les vis qui supportent les planchettes de chaque tube manométrique peuvent être déplacées le long de rainures creusées dans l'épaisseur du socle de l'appareil, de manière à situer instantanément chacune des deux plumes inscrivantes à la position désirée.

D'autre part, à la suite des travaux de L. Lapicque sur l'influence de l'écartement des électrodes, sur la valeur de la chronaxie, j'ai pensé qu'il serait commode d'avoir à sa disposition un appareil qui permette de faire varier à volonté la distance qui sépare les deux électrodes.

J'ai construit dans ce but un excitateur dont la

forme épouse celle d'un compas ; je l'ai appelé « Compas électrode ».

Cet appareil peut servir, soit à l'excitation du nerf, soit à celle du muscle.

Le nerf lingual vaso-dilatateur fait partie de la catégorie des nerfs, désignée par L. Lapique du nom de « nerfs itératifs ». J'ai utilisé le dispositif de mesure qu'il a établi pour ce genre de système.

Les résultats de mes expériences conduisent aux conclusions suivantes :

I. La chronaxie des fibres vaso-dilatatrices du nerf lingual, chez le chien, est voisine de un millième de seconde, l'anesthésique utilisé étant le chloralosane.

II. La réponse liminaire a lieu à la suite de *quarante-huit* excitations de la durée d'une chronaxie, séparées par un intervalle de *un huitième* de seconde.

Le « temps de sommation » est donc de *six secondes*.

III. La loi des voltages, en fonction des intervalles, donne des courbes comparables aux courbes classiques des nerfs itératifs.

IV. La section du nerf a pour effet d'augmenter la chronaxie, dont la valeur peut s'élever au double (et au-delà) de la valeur primitive.

Nous avons ainsi mis en évidence un nouveau fait de subordination dans le domaine du sympathique.

Cette section n'a aucun effet sur le temps de sommation qui reste invariable.

V. Nous avons voulu rechercher l'action du curare sur l'excitabilité de l'appareil vaso-dilatateur.

L'administration de ce toxique, nécessitant la respiration artificielle, il a fallu d'abord se rendre compte si celle-ci ne suffisait pas à produire une modification de cette excitabilité.

Nous avons observé, sous son influence, une augmen-

tation de la chronaxie et une diminution du temps de sommation.

Elle agit donc à la fois sur les nerfs vaso-dilatateurs et sur l'élément d'aboutissement de ceux-ci.

L'injection de curare à 1 pour 100 n'apporte aucune modification nouvelle, ce qui permet de conclure que cette substance n'a aucune action sur les vaso-dilatateurs de la langue.

VI. Sous l'action de l'adrénaline, il se produit une hausse de la pression générale. La chronaxie et le temps de sommation diminuent l'un et l'autre, puis reviennent finalement à leur valeur initiale, parallèlement à l'élimination du poison.

VII. L'injection soit de cocaïne, soit de novocaïne, est suivie d'une diminution de la chronaxie et du temps de sommation.

Pour la novocaïne, comme pour la cocaïne, la baisse de la chronaxie est, le plus souvent, suivie d'une augmentation qui correspond à une seconde phase d'action. Ces variations sont toujours suivies d'un retour à l'état normal.

En somme, cette série de substances, qui sont considérées comme des sympathicomimétiques, portent leur action en même temps sur le nerf et sur l'élément périphérique en contiguïté avec lui.

Bibliographie

1. ANGELESCO (C.) et CHAUCHARD (A. et B.). — Modification de l'excitabilité du nerf splénique et de la rate sous l'influence de l'adrénaline. *C. R., Soc. Biol.*, 1932, t. CX, p. 459.
2. BOUMAN. — *Archives néerland. de physiol.*, 1928, t. XII, p. 417.
3. CARDOT et LAUGIER. — Variations des paramètres de l'excitabilité nerveuse en fonction de l'écartement des électrodes. *C. R., Soc. Biol.*, t. LXXVII, p. 276.
4. CHAUCHARD (A. et B.). — Recherches quantitatives sur l'excitabilité des nerfs vaso-dilatateurs. *C. R., Soc. Biol.*, 1925, t. XCII, p. 577.
5. CHAUCHARD (A. et B.) et FIESCHI (F.). — Les effets de la section des fibres vaso-dilatatrices du nerf lingual sur leur excitabilité. *C. R., Soc. Biol.*, 1933, t. CXIV, p. 1062.
6. CHAUCHARD (A. et B.). — Influence des anesthésies sur l'excitabilité des nerfs vaso-dilatateurs, *C. R., Soc. Biol.*, 1933, t. CXIV, p. 907.
7. CHAUCHARD (A. et B.). — Influence de l'augmentation de l'espace mort sur l'excitabilité du pneumogastrique. *C. R., Soc. Biol.*, t. CIV, p. 275.
8. CHAUCHARD (A. et B.). — Chronaxie du nerf splénique et vitesse de l'influx dans ce nerf. *C. R., Soc. Biol.*, 1925, t. XCV, p. 279.
9. CHAUCHARD (A. et B.). — Lois de sommation et chronaxie propre de la rate. *C. R., Soc. Biol.*, 1925, t. LXXXV, p. 370.

10. CHAUCHARD (A. et B.) et BARRY (D.-T.). — Les modifications de l'excitabilité du nerf grand splénique sous l'influence de l'adrénaline. *C. R., Soc. Biol.*, 1932, t. CIX, p. 281.
11. CHAUCHARD (A. et B.) et RIZZOLO. — Action de la cocaïne sur les centres corticaux. Etude quantitative. *C. R., Soc. Biol.*, 1926, t. XCV, p. 605.
12. DÉRIAUD (R.) et LAUGIER (H.). — *C. R. Soc. Biol.*, 1921; t. LXXXV, p. 324.
13. FIESCHI (F.). — Le manomètre à mercure à amplitudes réglables. *C. R., Soc. Biol.*, t. CXIII, p. 1351.
14. FIESCHI (F.). — Le compas électrode, *C. R., Soc. Biol.*, t. CXV, p. 235.
15. FIESCHI (F.). — Action de l'adrénaline et de la cocaïne sur l'excitabilité des nerfs vaso-dilatateurs. *C. R., Soc. Biol.*, t. CXV, p. 501.
16. GAUTRELET (J.). — Eléments de technique physiologique.
17. LAPICQUE (L. et M.). — Action du curare sur les muscles de divers animaux. *C. R., Soc. Biol.*, 1910, t. LXVIII, p. 1011.
18. LAPICQUE (L.). — L'excitabilité en fonction du temps. La chronaxie, sa signification, sa mesure. Paris, 1926 (Presses Universitaires).
19. LAPICQUE (M.). — Action des centres encéphaliques sur la chronaxie des nerfs moteurs. *C. R., Soc. Biol.*, 1923, t. LXXXVIII, p. 46.
20. LAPICQUE (L. et M.). — La chronaxie de subordination, sa régulation réflexe. *C. R., Soc. Biol.*, 1928, t. XLIX, p. 1947.
21. LAPICQUE (L.). — Excitabilité des nerfs itératifs. Théorie de leur fonctionnement. *C. R., Acad. sc.*, 1912, t. CLV, p. 70.

22. LAPICQUE (L. et M.). — Chronaxie des vaisseaux et des cellules pigmentaires chez la grenouille. *C. R., Soc. Biol.*, 1924, t. XCI, p. 267.
23. LAPICQUE (L.) et BOIGEY. — Recherches sur l'excitabilité des vaso-moteurs. *C. R., Soc. Biol.*, 1912, t. LXXII, p. 367.
24. MAZOUÉ (H.). — Variations de l'excitabilité de la moelle épinière sous l'influence de certains agents physiques ou chimiques. *Thèse Fac. sc. Paris*, 1930.
25. MONNIER (A. et M.). — Sur la détermination analytique du coefficient d'équivalence entre les ondes rectangulaires et les décharges du condensateur. *C. R. Soc. Biol.*, 1928, t. XCVIII, p. 290.
-

Table des matières

	Pages
<i>Avant-propos</i>	5
<i>Introduction</i>	7
<i>Chronaximétrie des vaso-dilatateurs ; l'innervation vaso-</i> <i>dilatatrice de la langue</i>	14

PREMIÈRE PARTIE

<i>Techniques</i>	15
Technique opératoire	15
Compas électrode	17
Description de l'appareil	18
Méthode manométrique	21
La pression sanguine, sa mesure	22
Pression constante	22
Manomètres à mercure	24
Mise en charge du manomètre	26
Etude dynamique des manomètres à mercure	27
Pression moyenne du sang dans les artères	30
Manomètre compensateur à mercure de Marey pour pres- sion moyenne	33
Emploi des manomètres à mercure en physiologie	35
Manomètre de Poiseuille	35
— Magendie	36
— Traube Cyon	36
— Claude Bernard	36
— Ludwig	37
— Laulanié	37
— Chauveau	38
— Tournade	38
Manomètre métallique à mercure de Marey	40
— double à mercure de François Franck	41
— à mercure F. Fieschi à amplitudes réglables	42
Réglage des pressions périphériques	46

Ensemble des graphiques obtenus avec le manomètre double à mercure F. Fieschi	48
Réglage des pressions centrales	49
Avantages du manomètre double à mercure à amplitudes réglables	51
Entretien du manomètre	51
Position des pointes inscrivantes	52
Causes pouvant déterminer le mauvais fonctionnement de l'appareil	52
Variations brusques du niveau de la pression générale sanguine	52

DEUXIÈME PARTIE

Expériences	53
I. La chronaxie	53
II. Les lois de sommation	55
Loi des voltages en fonction de l'intervalle entre les excitations	55
Loi des voltages en fonction du nombre des excitations.	55
Etude des vaso-dilatateurs à l'état normal	56
Chronaxie de constitution et de subordination	56
Loi des nombres	57
Loi des intervalles	58
Valeur de la chronaxie du nerf lingual intact	60
Valeur de la chronaxie du nerf lingual sectionné	61
Quelques actions pharmacologiques : le curare	64
Action de la respiration artificielle	65
Action du curare	67
L'adrénaline	69
Les anesthésiques locaux	73
La cocaïne	73
La novocaïne	78
Résumé général et conclusions	87
Bibliographie	91

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

**Enregistrement de la pression artérielle par
manomètre piézoélectrique.**

Vu et approuvé :

Paris, le 12 juillet 1934,

Le Doyen de la Faculté des Sciences :

Ch. MAURAIN.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris :

S. CHARLÉTY.

CAHORS, IMP. COUESLANT (*personnel intéressé*). — 48.892
